

UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
FACULTAD DE FORESTAL Y AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Tablas de volumen, coeficientes mórficos y modelo del perfil del fuste para
***Pinus maestrensis* Bisse, en plantaciones de la Empresa Forestal Integral**
Granma

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MASTER EN
CIENCIAS FORESTALES

MENCIÓN MANEJO DE BOSQUES

Autor: Prof. Asist., Ing Daniel Nidier Rondón González.

Tutor: Prof. Aux., Ing. Héctor Barrero Medel, Dr. C.

Pinar del Río, 2014
“Año 56 de la Revolución”

DEDICATORIA

Para ti mi pequeño David Daniel Rondón Hernández y para ti mi pequeña.....

AGRADECIMIENTOS

A mis familiares que siempre me han dado fuerza para continuar superándome en la vida, en especial a mi madre Paula González Álvarez y a mi padre Daniel Rondón Brizuela.

A mi esposa Mireidis Hernández López por ser paciente y cuidar de mi principal fuente de inspiración, mi pequeño David.

A mis tutores Dr. C. Héctor Barrero Medel y Dr. C.Yordan Lores Pérez por todo su apoyo incondicional tanto en lo profesional como en lo personal, por su comprensión y sus conocimientos brindados.

A mis hermanos Neuris y Danay, para mis sobrinas Nailan, Yuralis y Tamairen.

A mis compañeros de la Universidad de Granma y en especial a mis compañeros y amigos del departamento Ingeniería Forestal, Danis, Chey, Daramis, Mederico, Yosmel, Lazara, Calixto, Karell, Cintra, Sariego, Eduardo y Alianna.

Al Dr. C. Yudemir Cruz Pérez y el MSc José Luis Rodríguez que brindaron su ayuda y mucho aportaron en esta investigación.

A los profesores del Departamento Forestal y el claustro de la maestría en Ciencias Forestales de la Universidad de Pinar del Río.

A los directivos y trabajadores de la Empresa Forestal Integral Granma.

A mis compañeros de la maestría y amigos de Pinar del Río, en especial a Reynier, Yonny, Jaciel, Sael, Rey y Yorglenis que siempre brindaron su mano cuando más se necesitaba.

A los amigos de la universidad de Guantánamo Yobanis, Yuri y compañía los que me acogieron como uno más.

A los amigos que siempre están: Nieto, Julio, Leo, Kenia, Sonia, Dailé, Yarisbel, Yilian, Michel, Edil, Rolando.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

RESUMEN

El trabajo se realizó en plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse de la Empresa Forestal Integral Granma, con el objetivo de determinar los elementos de la volumetría forestal: tablas de volumen, coeficientes de mórficos y perfil del fuste para la toma de decisiones en el manejo de estas plantaciones. Para ello se levantaron 50 parcelas de 500 m² y midieron 50 árboles tipos, talados para su cubicación, así como se probaron 41 ecuaciones de regresión para estimar el volumen y 20 ecuaciones para el perfil del fuste. Los datos obtenidos de los árboles y parcelas se procesaron y sometieron a pruebas estadísticas de correlación y regresión, utilizando el SPSS versión 15.0. Así resultó que la suficiencia para alcanzar la precisión deseada de la variabilidad del volumen en plantaciones de *Pinus maestrensis* se alcanzó con 69 unidades de 500 m². Los factores diamétricos de forma resultaron 0,68 y el factor volumétrico de forma 0,46; se cumplió la hipótesis que $f = K_{0,5}^2$ como sucede en el resto de las coníferas. Los modelos matemáticos que mayor confiabilidad estadística y facilidad de aplicación práctica brindaron para la construcción de tablas de volumen para el *Pinus maestrensis*. Bisse, para el árbol medio fueron los modelos aritméticos de Schumacher y Hall, para la masa el modelo Logarítmico de Spurr y para un el perfil del fuste un parábola cubica en función de la razón entre la diferencia entre la atura relativa y el 1,30 y la diferencia entre la altura total y el 1,30.

ABSTRACT

The work was done in *Pinus maestrensis* Bisse Integral Forestal Granma, with the objective of determining the elements of forest volumes: volume tables, morphic coefficients and profile of the shaft for decision making in the management of these plantations. This 50 500 m² plots rose types and measured 50 trees, felled for cubing and 41 regression equations were tested to estimate the volume and 20 equations for the profile of the shaft. The data obtained from trees and plots were processed and subjected to statistical tests of correlation and regression, using SPSS version 15.0. As it turned sufficiency to achieve the desired accuracy of volume variability in *Pinus maestrensis* was reached with 69 units of 500 m². The diametric shape factors were 0.68 and the volumetric shape factor of 0.46, the assumption that as in the other mathematical models coníferas. The greater statistical reliability and ease of practical application for building provided fulfilled volume tables for *Pinus maestrensis* Bisse, to the arithmetic average tree models were Schumacher and Hall, for mass Spurr Logarithmic model and profile for one cubic parabola shaft depending on the ratio of the difference between the relative and 1.30 atura and the difference between the total height and 1.30.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1 CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Origen y tendencias de la Ordenación de Montes	4
1.1.1 Actualidad y perspectivas de la ordenación forestal sostenible	6
1.2 El inventario como base de la ordenación sostenible de los bosques	9
1.2.1 Informaciones necesarias para los inventarios	11
1.3 Determinación de los factores volumétricos, diamétricos de formas y modelos matemáticos	12
1.3.1 Índices dendrométricos y dasométricos	12
1.3.2. Coeficientes mórficos y factores de formas	12
1.4 Las tablas de volumen en la planificación forestal	13
2 CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1 Descripción de la organización del estudio	19
2.2 Metodología para la caracterización de las plantaciones de <i>Pinus maestrensis</i>	20
2.2.1 Determinación del tamaño de la muestra	20
2.2.2 Evaluación de los parámetros dasométricos	21
2.2.3 Determinación de los factores de forma diamétricos y volumétricos	23
2.3 Procedimiento para la construcción de las tablas de volumen y perfil del fuste	25
3 CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	29
3.1 Representatividad del muestreo de plantaciones de <i>Pinus maestrensis</i> Bisse	29
3.2 Factores de forma diamétricos y volumétricos	29
3.3 Análisis de los modelos de regresión del volumen en <i>Pinus maestrensis</i>	30
3.3.1 Modelos de regresión de volumen para el fuste	31
3.3.2 Modelos de regresión para el perfil de fuste	35
3.3.3 Modelos de regresión para la masa	39
3.4 Tablas de volumen para plantaciones de <i>Pinus maestrensis</i>	42
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los bosques ocupan unos 4 000 millones de hectáreas, que representan cerca del 31 % de la superficie forestal del planeta (FAO, 2010). Dentro de los mismos se encuentra el género *Pinus*, con más de 100 especies ampliamente reconocidas, es el más amplio dentro de las coníferas (Price *et al.*, 1998; Farjon, 2001 citados por Padilla, 1999). Los pinos son importantes desde el punto de vista ecológico como componente dominante en los bosques boreales, subalpinos, templados y tropicales (Bisse, 1988).

La distribución natural del género se confina al hemisferio norte, excepto una población de *Pinus merkusii* localizada justo al sur del ecuador en Sumatra. Desde el punto de vista económico, especies como *Pinus caribaea*, *Pinus patula*, *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* son ampliamente cultivadas en todo el mundo (Leslie, 1995).

En Cuba, la existencia de los pinares se debe a factores edáficos, porque viven en suelos ácidos, con poca capacidad para retener agua, como son, en primer lugar, los suelos arenosos y limoníticos. Estos últimos son los más pobres en elementos de los suelos cubanos, debido a la fácil filtración del agua, que lava todas las sustancias solubles, por lo que sólo los pinos, a través de la simbiosis con hongos en forma de micorrizas ectótrofas, son capaces de obtener por esa vía suficiente cantidad de nutrientes y sustancias alimenticias para mantener un crecimiento relativamente rápido y alcanzar porte arbóreo (Bisse, 1988).

La asociación simbiótica con hongos es una de las principales características del género, que ocurre de forma natural aun en suelos de alta fertilidad, donde aparentemente no es necesaria su presencia (Samek, 1974).

Según Bisse (1988), en Cuba existen cuatro especies del género *Pinus*, todas endémicas, los cuales son: *Pinus tropicalis*, *Pinus caribaea*, *Pinus cubensis*, *Pinus maestrensis*. Los que se distribuyen irregularmente en la isla, sin embargo, la última (*Pinus maestrensis*) tiene un hábitad mucho más restringido que las anteriores, al localizarse solo en el macizo de la Sierra Maestra y la Gran Piedra, en las provincias de Granma y Santiago de Cuba.

En la actualidad los estudios reportados sobre esta especie, se limitan a su silvicultura y recientemente al análisis de los escenarios para la comercialización de

su madera por Cruz (2010). Todo lo cual indica que en materia de epidemiología y rendimiento maderero o volumen la información existente es muy restringida.

Para los estudios de volumen se han desarrollado diversos métodos, en Cuba uno de los más usados es el que comprende un conjunto de procedimientos para estimar el volumen mediante el conocimiento de la relación entre variables de fácil medición, como el diámetro y la altura. Esta relación es conocida como tabla o tarifa de volumen y la misma es establecida gráfica o analíticamente (Carron, 1968; Cailleux, 1980). Estos métodos son utilizados en la estimación del volumen de árboles en pie, ya sea aislados o en masa, dadas las dificultades prácticas de hacer evaluaciones directas de volúmenes de árboles en pie (Caballero, 1972).

Como se ha planteado hasta aquí, hoy en día el *Pinus maestrensis* carece de los estudios de volumen, específicamente en las plantaciones existentes en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral Granma, lo que limita el manejo más eficiente con las variables dasométricas que puedan reportarse en la masa.

Considerando estos supuestos la investigación de esta tesis de maestría se basó en el siguiente diseño metodológico:

Problema: Las herramientas que estiman la cubicación de los bosques plantados de *Pinus maestrensis*, generan bajos niveles de eficiencia en el proceso de toma de decisiones para la planificación del manejo y aprovechamiento de los bosques plantados en la Empresa Forestal Integral Granma.

Objeto: La cubicación del árbol mediano y plantaciones *Pinus maestrensis* en la Empresa Forestal Integral Granma.

Objetivo general: Determinar los elementos de la volumetría forestal: tablas de volumen, coeficientes de módulos y perfil del fuste para la toma de decisiones en el manejo de plantaciones de *Pinus maestrensis* en la Empresa Forestal Integral Granma.

Objetivos específicos:

1. Determinar el número de muestras representativa para el estudio del volumen en plantaciones de la especie.
2. Determinar los factores de formas diamétricos y volumétricos

3. Ajustar un modelo para el volumen del árbol medio, plantaciones y perfil del fuste para *Pinus maestrensis*.

Hipótesis: Es posible la obtención de los elementos de la volumetría forestal: tablas de volumen, coeficientes de mórficos y perfil del fuste, que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia en el proceso de toma de decisiones en la planificación del manejo y aprovechamiento de las plantaciones de *Pinus maestrensis* en la Empresa Forestal Integral Granma.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Origen y tendencias de la Ordenación de Montes

Si se hace una revisión histórica de los conceptos de ordenación, desde los más antiguos a los más modernos, se puede observar la evolución de sus fines y, por consiguiente, de su concepción metodológica. Así, el relator del código forestal en la cámara de los pares de Inglaterra (Ruiz Dana, 1993) señala que la ordenación “es el arte de dividir un bosque en cortas sucesivas, o de reglamentar la extensión y edad de las cortas anuales, de forma que quede asegurada una sucesión constante de sus productos”.

Olazabal (1883) establece que “la ordenación busca la renta mayor constante, dentro de la especie, método de beneficio y turno que se hubiera adoptado”. Prácticamente durante todo el siglo XX, el objetivo de la ordenación de montes ha sido fundamentalmente la obtención de productos basados en los postulados clásicos de la persistencia (que la masa ocupe el suelo sin interrupciones no programadas de antemano), rentabilidad (que se obtenga una renta anual o periódica constante) y máximo rendimiento (las masas se aprovechan a su edad de madurez o turno óptimo).

Huffel (1904 y 1907), la ordenación de montes es una parte de la economía forestal “en la cual los montes son considerados desde el punto de vista de la utilidad que presentan para el hombre”. Para Mackay (1944, 1949), “ordenar un monte es organizarlo conforme a las leyes económicas sin infringir las biológicas que la investigación selvícola y la epidométrica revelan”, y “dar realidad económica a su capacidad rentable, en grado máximo y por tiempo ilimitado”.

Neira y Martínez Mata (1968) establecen que la ordenación de montes es la “aplicación de los principios técnicos de la silvicultura y de la economía forestal al tratamiento de los montes”. FAO/IUFRO (1975) proporcionan las siguientes acepciones: 1.^a “rama de la dasonomía que se interesa por las ciencias y técnicas forestales en sus relaciones con los principios de orden administrativo, legislativo, económico y social de la gestión de los montes”; 2.^a “aplicación práctica de las teorías de esta rama a la administración de un monte y a la organización de los aprovechamientos y trabajos a realizar, en función de los objetivos a alcanzar”; y 3.^a

“sinónimo: proyecto de ordenación (documento escrito cuyas prescripciones hacen esta aplicación obligatoria para un monte dado)”.

Por otro lado, las instrucciones generales para la ordenación de montes arbolados (MINAGRI, 1971) establecen: “La ordenación de montes arbolados tiene como fin la organización económica de su producción, atendiendo siempre a las exigencias biológicas y beneficios indirectos”.

Schlaepfer y Schuler (1987), “la ordenación de montes es el conjunto de actividades que permiten dirigir un sistema forestal y comprende la fijación de los objetivos generales del sistema, la planificación, la ejecución y el control a corto, a medio y a largo plazo de los elementos y de los procesos del sistema”.

Davis y Johnson (1987) consideran tres aspectos fundamentales en la ordenación de montes: “1.º, el nuevo dominio de los objetivos económicos y sociales como determinantes de las decisiones de la ordenación de montes; 2.º, la necesidad de los gestores privados y especialmente los públicos de considerar todas las decisiones de ordenación de los recursos maderables en el contexto de un problema más grande definido como la introducción del uso múltiple en la gestión forestal; y 3.º, la necesidad de justificar, basado en un análisis cuantitativo, que las recomendaciones de ordenación, decisiones y planes satisfacen las restricciones de la propiedad y son la mejor de las alternativas posibles”.

Actualmente, a la luz de las nuevas demandas y desafíos a los que deben responder los bosques para satisfacer las necesidades de la sociedad moderna, se puede establecer que la longitud del ciclo vegetativo de los árboles, la complejidad y fragilidad del medio forestal y la necesidad de optimizar y regularizar la producción de madera y servicios imponen a las intervenciones en los montes un sistema de planificación a largo plazo que los forestales del mundo entero llaman “ordenación” (Dubourdieu *et al.*, 1993 y Dubourdieu, 1997). En este sentido, por ordenación forestal se entienden los “aspectos generales de orden administrativo, económico, jurídico, social, técnico y científico que intervienen en el manejo, la conservación y utilización de los bosques” FAO (1991).

Esta concepción es matizada por Davis *et al.* (2001), estableciendo que la ordenación forestal considera el uso de los bosques para hacer coincidir los objetivos

de los propietarios y la sociedad. Mientras los objetivos pueden cambiar y los medios para alcanzarlos pueden ser muy sofisticados, la ordenación permanece como el procedimiento más adecuado para conducir los bosques hacia los fines de la sociedad.

1.1.1. Actualidad y perspectivas de la ordenación forestal sostenible

El espíritu de la ordenación ha estado presidido por la máxima “conservar aprovechando” mediante el principio de persistencia sostenida (DGCN, 2000). En la actualidad, asistimos a un reenfoque de los principios y objetivos de la ordenación forestal tal como fue aplicada hasta los años 80, expresado por Gómez (2002) como la ampliación del concepto de rendimiento sostenido al de gestión sostenible. La sostenibilidad y la multifuncionalidad han sido desde los inicios inherentes a la ordenación forestal, pero en la actualidad, además, se demanda a la gestión forestal una especial sensibilidad hacia la conservación de la biodiversidad y la integridad funcional de los ecosistemas forestales (Vericat y Piquét, 2007)

Grün Technik (2003) plantea que los Proyectos de Ordenación de Montes tienen por objeto la organización de un monte o grupo de montes con el objetivo de conseguir la persistencia, el rendimiento sostenido y el máximo de utilidades, planificado, de acuerdo con las técnicas silvícolas y dasocráticas adecuadas. El fin último de la Ordenación es asegurar la persistencia de los montes, buscando un equilibrio entre los diferentes recursos existentes.

La ordenación forestal sostenible posee una dimensión ambiental, cuyo objetivo es el mantenimiento perpetuo de los recursos, una dimensión económica que se caracteriza en la producción de bienes y servicios y una dimensión total, que supone la participación de las personas en el proceso de adopción de las decisiones que incumben la ordenación forestal y a la distribución de los beneficios que reporten los bosques (FAO 1997).

El establecimiento de conclusiones útiles acerca de la sostenibilidad en la utilización de los recursos forestales es necesario cuando se evalúe los cambios registrados en la calidad y función de los mismos. Tomando este punto en consideración, Pedroni y De Camino (2001) citados por CATIE (2004) proponen tres principios fundamentales, los cuales también han sido considerados por los certificadores del sistema FSC

(Consejo Mundial de Manejo Forestal); los dos primeros fueron establecidos por la CNUMAD en 1992. Ellos son:

- Principio de equidad en todos los niveles: hay que buscar un equilibrio entre los beneficios sociales, económicos y ecológicos.
- Principio precautorio: cuando las conductas presentes representan una amenaza de consecuencias sociales, económicas o biofísicas negativas, no se puede evocar la falta de plena seguridad científica (de que realmente exista esta amenaza) para mantenerlas.
- Principio de gradualidad: la sostenibilidad solo se puede alcanzar por etapas sucesivas de mejoramiento y con niveles crecientes de exigencia.

Según Ljungman, *et. al.* (1998) consultado por Maffei (2005) "El interés por la valoración de los bosques no es nuevo. Ya en 1849, Martin Faustmann, preocupado por el uso que se asignaba a la tierra, desarrolló una metodología de valoración para determinar el valor de la tierra forestal que tuvo amplia aceptación y aplicación desde entonces. Su metodología se basaba fundamentalmente en el valor de la madera. En los últimos años, se ha hecho evidente la creciente preocupación de los responsables de las políticas, de los grupos ecologistas y del público en general por los procesos de deforestación y degradación de los bosques. Desde la Cumbre de Río de 1992, se ha hecho mayor hincapié en la protección de los servicios ambientales que ofrecen los bosques, con el fin de lograr su manejo sostenible en el largo plazo, además de conservar el aporte que ellos hacen al desarrollo económico".

Bobko y Aldana (1981) plantean que una de las tareas fundamentales de la economía forestal es la organización del aprovechamiento de los recursos maderables en concordancia con las situaciones silviculturales y la demanda de madera por parte de las diferentes ramas de propia economía forestal.

MINAGRI (2006), estima que el consumo de productos forestales aumentará un seis por ciento por año hasta el 2015 para madera aserrada, postes, tableros, productos de carpintería, derivados de la resina de pino, papeles y cartones. Por ejemplo, el volumen producido de la madera aserrada en 2002 fue 236,000 metros cúbicos. Las proyecciones para 2015 son 400,000 metros cúbicos. MINAGRI (2006) plantea que

para satisfacer la futura demanda, la estrategia de desarrollo de la industria forestal está basada en lo siguiente:

- Posibilidades de incrementar la producción de madera en rollo para la industria a partir de los bosques naturales y plantaciones actuales,
- Optimización del aprovechamiento de la madera, sus residuos y productos forestales no maderables,
- Fomento de plantaciones comerciales de rápido crecimiento para abastecer industrias que procesen maderas de pequeñas dimensiones (astillas para tableros, celulosa, carbón vegetal y activado y energía) con destino al mercado nacional y (o) la exportación.
- Aprovechamiento integral de los valores del sector, con producciones de valor añadido en el país con el fin de satisfacer el creciente consumo, sustituir importaciones y generar nuevos ingresos por exportaciones. Pero, para garantizar tales tareas de la economía forestal es necesario que se fomente grandes extensiones de plantaciones forestales en todo el país. Dada la importancia ambiental, económica y social que tiene el fomento de plantaciones sobre todo en áreas descubiertas, mencionaron GRC (1999) y Diago Urfé *et al.* (2000) en el informe al taller del Caribe sobre recolección y análisis de datos para la ordenación forestal sostenible (Febrero 2000), "Sesenta por ciento de plantaciones han sido fundadas con propósitos ambientales, además para la producción de madera y leña en un 27 por ciento y 13 por ciento fueron establecidas por razones de seguridad, o en áreas urbanas".

El programa de desarrollo de bosque para 2015 aprobado en 1997, contiene políticas de dirección de bosque sostenibles y considera el establecimiento de plantación como una de las primeras alternativas para el suministro de madera. El mismo programa tiene por objetivo establecer 700 000 ha de plantaciones antes de 2015, de cuál 404 800 ha debe ser para propósitos de producción (FAO 1998).

En 1996, fue adoptado un nuevo sistema de incentivo en los cuales incluían el pago del establecimiento y los gastos de mantenimiento de plantaciones con las rotaciones largas y el mismo año, fue fundado el Servicio Estatal Forestal (MDA 1998), siendo

por tanto la entidad que actualmente asume los gastos de las actividades forestales en Cuba.

En la ordenación de montes se pueden considerar tres conceptos distintos de sostenibilidad: la ordenación sostenible de los recursos forestales; el desarrollo sostenible de los recursos forestales; y las actividades forestales en favor del desarrollo sostenible (Seip, 1996; Duinker *et al.*, 1998). El primero de estos conceptos, acuñado hace ya mucho tiempo, se centra en el mantenimiento sostenido del suministro de productos forestales, lo que equivale a decir que, gracias a la planificación cuidadosa de las intervenciones y de las prácticas selvícolas apropiadas, un monte dado producirá perpetuamente al menos una cantidad igual de madera. El bosque no puede regenerarse nada más que si se ordena correctamente para mejorar su productividad y la calidad de la madera. Pero en este tipo de ordenación no se tienen en cuenta los aspectos ajenos a los bosques y a las actividades forestales. El segundo tiene por mira la deforestación, la cubierta forestal, la calidad de los bosques, etc., pero también es ajeno a las modificaciones que experimenta este mundo en plena evolución. El tercer concepto abarca todas las necesidades humanas, con la finalidad de potenciar el bienestar humano y obtener más beneficios de los bosques. Este concepto, implica que la producción de madera, el mantenimiento de la diversidad biológica, la retención de los gases de efecto invernadero, etc. no son objetivos, sino medios para conseguir el verdadero objetivo, que no es otro que el bienestar humano. Este principio es el mismo que informa el Plan Estratégico Forestal de FAO (1997), encaminado a “aumentar el bienestar de los seres humanos mediante la ordenación sostenible de los recursos arbóreos y forestales del mundo”.

1.2. El inventario como base de la ordenación sostenible de los bosques

El inventario forestal es el conjunto de informaciones representativas sobre el bosque, expresadas tabularmente, las que están referidas en sucesión jerárquica a la unidad o unidades de manejo exigidas (Loetsch, Zöhrer y Haller, 1973).

El inventario forestal implica la investigación de las informaciones referentes a la producción de madera, relacionándolas a la protección y la recuperación del bosque, por lo que el diseño de un inventario forestal consiste, principalmente, en desarrollar

la más eficiente combinación de diversas técnicas para asegurar los objetivos de la operación.

Antes de la ejecución de los trabajos de campo de cualquier tipo de inventario se debe establecer una planificación que asegure todos los aspectos del inventario, donde el diseño es uno de los componentes esenciales de esta planificación (Husch, 1971; Villanueva, 1985; Prieto y Hernando, 1995).

La planificación de cualquier recurso requiere en primer lugar un conocimiento del mismo, de las restricciones posibles para su utilización y de los medios disponibles. Con ellos se pueden evaluar, en paso sucesivo, alternativas de gestión que conduzcan al logro de los objetivos fijados. La planificación se inicia por tanto con una toma de datos (Madrigal, 1994).

La toma de datos necesaria es complicada y debe ser rigurosa, por lo que la complejidad de esta primera etapa de la ordenación, conocida como inventario o inventario para la ordenación, ha ido en aumento. Prieto y López (1993), plantean que la ordenación consta, entre otros aspectos, de “un conjunto de análisis, que permiten comprender las capacidades de producción de bienes y servicios, así como sus restricciones, a partir de lo cual el gestor deberá analizar:

- El medio natural para conocer los factores ecológicos, lo que es completamente esencial.
- El medio económico y humano, incluyendo los factores socio-económicos externos.
- La masa forestal, cuya importancia es evidente.
- La infraestructura forestal, tales como las vías de saca y redes de drenaje.

Las acciones de análisis referidas anteriormente garantizan el enfoque de sostenibilidad necesario en la ordenación forestal, a lo que Leslie (1995) expresó que la ordenación de los bosques para la producción de madera se basa en un principio, aparentemente sencillo, donde sólo era menester aprovechar la madera a un ritmo anual que no supere al de producción del bosque y sin perjudicar su capacidad de suministrar otros bienes y servicios. Por el contrario si la ordenación forestal se ocupa solamente de la producción de madera y se descuidan otros bienes y servicios, así como cuestiones sociales de más amplio alcance, no será sostenible.

En Cuba, la ley forestal. Ley No.85 de 1998 toma la definición de la ordenación forestal sostenible dada por la FAO (1995), que plantea que “ordenación forestal se entienden los aspectos generales de orden administrativo, económico, jurídico, técnico y científico que intervienen en el manejo, la conservación y la utilización sostenible de los bosques”, por tanto esta se basará en un inventario coherente con sus principios.

1.2.1. Informaciones necesarias para los inventarios

A menudo es posible extraer indicadores de la diversidad estructural de los bosques a partir de informaciones fácilmente disponibles como distribución de diámetros, distribución de especies de árboles, altura de éstos, caracterización de los niveles de crecimiento, posición social de los árboles, número de árboles vivos y muertos, entre otros; sin embargo Zöhrer (1980), planteó que las informaciones fundamentales sobre los bosques con objetivo de planificación son de gran necesidad mundialmente y difieren de distintas zonas o parte de la Tierra. Tanto los países desarrollados, que disponen de extensas superficies de bosques, como los países tropicales, necesitan informaciones urgentes sobre la existencia de madera, técnica y económicamente utilizables.

Péllico y Brena (1997), plantean que con la evolución de la tecnología y las crecientes necesidades de informaciones más detalladas sobre las áreas forestales, los inventarios se tornan más completos y aportarán muchos detalles adicionales.

Según Rondeux (1996), un inventario forestal registra habitual o convencionalmente determinadas informaciones a las que se podrían añadir otras relativas a objetivos más amplios de gestión integradas, incluida la biodiversidad.

Las informaciones resultantes de los diferentes tipos de volumen para los inventarios son: volumen total; volumen comercial; volumen comercial para fines específicos, tales como aglomerados, desenrollados y otros. Para obtener estas informaciones, es necesario conocer los índices dendrométricos y dasométricos de las especies forestales, a partir de diferentes unidades de muestreo (Péllico y Brena, 1997)

1.3. Determinación de los factores volumétricos, diamétricos de formas y modelos matemáticos

1.3.1. Índices dendrométricos y dasométricos

Los métodos para la determinación del volumen de madera contenida en el tronco del árbol han sido objeto de estudio desde hace más de dos siglos (González, 1981). Estos métodos se clasifican en dos grupos: de medición directa y de medición indirecta, ubicándose en los métodos directos los conocidos métodos de cubicación por secciones de Huber, Smalian y Newton.

Los métodos de medición directa, prácticamente, sólo son posibles en árboles apeados, lo cual constituye su principal restricción. Por eso son utilizados, preferentemente, en la cubicación de madera en almacenes y en investigaciones. No obstante han sido desarrollados dendrómetros, como el Spiegel Relaskop y el Tele Relaskop (Loetsch, Zöhrer y Haller, 1973; González, 1981), los cuales permiten la medición a distancia de alturas y diámetros a lo largo del fuste.

Los métodos de medición indirecta comprenden los procedimientos que permiten estimar el volumen mediante el conocimiento de su relación con variables de más fácil medición, como el diámetro y la altura. Esta relación se conoce como tabla o tarifa de volumen y la misma es establecida gráfica o analíticamente. Estos métodos son utilizados en la estimación del volumen de árboles en pie, ya sea aislados o en masa, dadas las dificultades prácticas de hacer evaluaciones directas de volúmenes en árboles en pie (Caballero, 1972, citado por Barrero, 2010).

1.3.2. Coeficientes mórficos y factores de formas

Otra variable importante que influye en el volumen del árbol es el coeficiente mórfico, por lo que Caillez (1980) plantea que cada volumen que se considere en un árbol tiene su correspondiente coeficiente mórfico, siendo el más común el que se refiere al volumen total del fuste. Aunque señala que el coeficiente mórfico no es una característica de la forma del fuste. Sin embargo, Prodan *et al.* (1997) plantean que el factor de forma debe ser visto como un indicador de la forma del fuste.

Anucchin (1970), plantea que la asimilación de la forma del tronco por una función matemática no deja de ser una aproximación, pues no debe olvidarse que ningún árbol constituye una forma geométrica perfecta.

Hohenadl (1936), designó $\lambda_{0.9}$ como factor de forma verdadero, el cual se refiere al diámetro a 1/10 de la altura del árbol y según convenios internacionales se utiliza la denominación $f_{0.1h}$.

Debido a las irregularidades en la base del fuste no se puede determinar bien el área de referencia, por eso se introdujo, por Riniker (1973), los factores de forma absolutos, los cuales se refieren a la altura de 1.30 m del suelo (Aldana *et al.*, 2006 y 2010).

Gra *et al.* (1990) construyeron una tabla de coeficientes mórficos reales atendiendo a los diámetros y alturas del *Pinus caribaea* var. *caribaea* y utilizando para su elaboración una ecuación logarítmica. Báez (1988) también determinó el coeficiente mórfico para la especie *Casuarina equisetifolia* Forst., en suelos cenagosos de la provincia La Habana.

Padilla (1999) y Zaldívar (2001) determinaron el coeficiente mórfico en plantaciones de *Pinus tropicalis* y *Hibiscus elatus* respectivamente en la provincia de Pinar del Río.

1.4. Las tablas de volumen en la planificación forestal

Los modelos de simulación de bosques o crecimiento son muy útiles para los gestores e investigadores forestales en muchos sentidos Blanco (2008). Para los investigadores forestales, los modelos prestan su máxima utilidad al servir de herramientas para investigar acerca de la dinámica forestal Abellanas *et al.* (2009). Con el progreso de la computación se hace más fácil manejar modelos cada vez más complejos, y de hecho, el uso de modelos a escala en ingeniería ha ido disminuyendo, reemplazados por modelos matemáticos que son más baratos y más flexibles. Los computadores han llegado a ser indispensables como herramientas para el desarrollo y uso de muchos modelos García (2010).

La cubicación de árboles posibilita obtener el volumen sólido de los fustes, que asociados con las variables dendrométricas (d, h, etc.) permiten generar modelos para describir estos volúmenes, que podrán ser presentados en forma de tablas.

Universalmente para la elaboración de las tablas de volumen son más utilizados los métodos analíticos, mediante la aplicación de las técnicas estadísticas de correlación y regresión, los cuales se emplean en:

- La determinación analítica de la relación empírica entre el volumen de interés y las

variables del árbol que serán medidas (ecuaciones de volumen).

- El cálculo del volumen mediante la reducción del volumen de un cilindro, de igual diámetro y altura, por un coeficiente de forma (fórmulas de coeficientes mórficos).
- La integración de la función que describe la forma del perfil del fuste, según

Fieldler. (1973) y Aldana *et al.* (2006):
$$V = \frac{\pi}{4} h \int_0^1 [f(x)]^2 dx$$

Las tablas de volumen se definen según Caillez (1980) como una tabla, fórmula o gráfico, que da un estimado del volumen de un árbol o de un conjunto de árboles en función de variables llamadas entradas de la tabla. Estas se utilizan principalmente para estimar el volumen de un lote de árboles como la suma de volúmenes de los árboles individuales. Destaca a su vez, que las entradas de una tabla deben ser pocas y fáciles de medir, fuertemente correlacionadas con el volumen y débilmente correlacionadas entre sí.

Por su parte Aldana (2010) plantea que la tabla de volumen puede ser definida como una relación gráfica o numérica expresada por ecuaciones logarítmicas o aritméticas capaz de expresar el volumen total o parcial de un árbol en función de variables independientes como diámetro, altura, grosor de corteza, factor de forma, etc., o también como la representación tabular del volumen individual de árboles enteros o en partes de ellos a través de variables de fácil medición. En general, las tablas presentan los volúmenes en m³ (metros cúbicos), pudiendo este volumen incluir o no la corteza del árbol. En la construcción de tablas de volúmenes deben ser obedecidos los siguientes criterios, a fin de obtenerse estimaciones fidedignas:

- seleccionar un número de árboles de muestra buscando cubrir toda la variación de edad, espaciamiento y sitio para la misma especie forestal.
- Cubicar y medir las variables independientes para estimar la ecuación de volumen.
- Probar y comparar diferentes ecuaciones a fin de seleccionar la que mejor representa los datos.

Las tablas de cubicación terrestres se pueden clasificar en tablas de cubicación de árboles individuales, tablas de masas y tablas intermedias (Prieto y Hernando (1995). Loetsch, Zöhrer y Haller (1973), indican los principales modelos matemáticos

utilizados en la construcción de tablas de volumen, agrupándolos por el número de variables independientes; estos autores valoran que las tablas de volumen función del diámetro y la altura producen estimaciones más exactas y plantean que el gran número de fórmulas que se han producido indica que ninguna es de aplicación general a todas las especies y condiciones.

Los modelos matemáticos propuestos por Loetsch, Zöhrer y Haller (1973), han sido investigados en todo el mundo y publicados por Aldana (2010) en el libro de texto de la asignatura Medición Forestal. En Cuba se han utilizado para la estimación del volumen diversas especies.

Caballero (1976), reportan la utilización de la ecuación de regresión $V = a + b G + c G \bar{h} + d \bar{h}^2$, donde V = volumen del rodal, G = área basal del rodal \bar{h} = altura media, con buenos resultados para la tabla de volúmenes de rodales de pino y otras especies asociadas a estos.

González (1978) ensayó con *Populus sp.*, diferentes ecuaciones escogiendo la más sencilla de acuerdo con el coeficiente de determinación (R^2) y la F calculada, Navarro *et al.* (2000) predicción de volúmenes de fuste para *Pinus cembroides* Zucc., en el Sureste de Coahuila, Pece *et al.* (2002) confeccionaron tablas de volumen de doble entrada para álamos de la zona de riego de Santiago del Estero, Argentina y el modelo de mejores resultados fue el de Schumacher y Hall en su forma simple $V = d^{a1} \cdot h^{a2}$.

En Cuba la primera tabla de volumen construida por procedimiento estadísticos matemáticos es la publicada por Burley *et al.* (1971), para el *Pinus caribaea*, quienes determinaron como mejor modelo la fórmula Australiana de Stoate, es decir: $V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$.

También para el *Pinus caribaea* se han investigado otros modelos por Lockow *et al.* (1982); Báez, (1988) y Gra *et al.* (1990), encontrando que el mejor modelo para la estimación del volumen total fue el de Schumacher - Hall ($\log v = a + b \log d_{1.3} + c \log h$). También Báez (1988), demostró que este modelo fue el de mejor ajuste para la *Casuarina equisetifolia*.

Báez y González (1980), confeccionaron una tabla de volumen para *Rhizophora mangle* L., usando la metodología de los coeficientes mórficos empíricos. Báez *et al.*

(1983), trabajaron en la construcción de una tabla de volumen para el *Pinus cubensis* Griseb., por medio de los coeficientes mórficos.

Montaña y Eremeev (1977) elaboraron tablas de volúmenes por medio de los coeficientes mórficos empíricos de las principales especies maderables de Cuba, que son aplicables directamente a rodales, basados en el desarrollo de la fórmula:
 $V = G (H + 3) F_e$.

Donde: V = volumen, G = área basal, H = altura y F_e = coeficiente mórfico empírico para la especie o grupo de especies.

Hernández y Bobko (1980), citados por Machado (2002) perfeccionaron estas tablas para las especies latifolias.

Investigaciones realizadas por Peñalver (1991), Padilla (1999), Ares (1999), Zaldivar (2001) y en la elaboración de estas tablas se probaron un grupo de 13 modelos de regresión y ecuaciones matemáticas aritméticas, logarítmicas y semi-logarítmicas, principalmente con modelos de regresión de doble entradas.

Los modelos logarítmicos y semi-logarítmicos fueron los de mejor ajuste, de los cuales el modelo: $\text{Log } v = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } d_{1,30} + \beta_2 \text{Log } h$ de Schumacher-Hall fue el seleccionado por Padilla (1999) para la elaboración de la tabla de volumen plantaciones de *Pinus tropicalis*, por Zaldivar (2001) en plantaciones de *Hibiscus elatus*, y por Ares (1999) en rodales naturales de *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea*.

Para las plantaciones de la especie *Eucalyptus* sp., Peñalver (1991) encontró que el modelo de mejor ajuste fue el modelo logarítmico de Spurr, es decir, $\text{Log } v = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } (d_{1,30}^2 h)$.

Los Modelos obtenidos con sus respectivos parámetros para cada una de las especies investigadas fueron los siguientes:

Para plantaciones de *Pinus caribaea* var *caribaea* (Burley, Wright y Matos, 1971)

$$V=0.001738- 0.000474 H+0.000092 D^2+0.000029 D^2H$$

Para plantaciones de *Casuarina equisetifolia* (Báez y Gra, 1988)

$$\text{Log } v_{cc} = - 4,4134 + 1.7953 \text{ Log } d_{1,30}+1.1293 \log h$$

$$\text{Log } v_{sc} = - 4,5432 + 1.7582 \text{ Log } d_{1,30}+1.2218 \log h$$

Para plantaciones de *Eucalyptus* sp. (Peñalver, 1991)

$$\text{Log } v_{cc} = -0,499185 + 0,915449 \text{ Log } (d_{1,30}^2 h)$$

$$\text{Log } v_{sc} = -0,603707 + 0,965513 \text{ Log } (d_{1,30}^2 h)$$

Para plantaciones de *Pinus tropicalis* (Padilla, 1999).

$$\text{Log } v_{cc} = -3,892 + 1,9799 \text{ Log } d_{1,30} + 0,5665 \text{ Log } h.$$

Este mismo modelo fue el de mejor ajuste para el volumen sin corteza pero con coeficientes diferentes.

Para *Pinus tropicalis* natural (Ares, 1999)

$$\text{Log } v_{cc} = -4,4274 + 1,2094 \text{ Log } d_{1,30} + 1,9551 \text{ Log } h$$

$$\text{Log } v_{sc} = -4,5623 + 1,2503 \text{ Log } d_{1,30} + 1,9329 \text{ Log } h$$

Para *Pinus caribaea* var *caribaea* natural (Ares, 1999)

$$\text{Log } v_{cc} = -4,2921 + 1,3539 \text{ Log } d_{1,30} + 1,6192 \text{ Log } h$$

$$\text{Log } v_{sc} = -4,6708 + 1,3987 \text{ Log } d_{1,30} + 1,7971 \text{ Log } h$$

Para plantaciones de *Hibiscus elatus*. (Zaldivar, 2001)

$$\text{Log } v_{cc} = -3,9995 + 1,7284 \text{ Log } d_{1,30} + 0,8551 \text{ Log } h$$

$$\text{Log } v_{sc} = -4,0663 + 1,8447 \text{ Log } d_{1,30} + 0,7363 \text{ Log } h$$

Ares *et al.* (1989), presentaron modelos logarítmicos que permitieron la estimación de los volúmenes en rodales naturales de *Pinus tropicalis* en las empresas Macurije, Minas de Matahambre y Pinar del Río y elaboraron una tabla para determinar el volumen total y comercial, encontrando su mayor aplicación en la estimación de los volúmenes producto de la tala rasa.

Por lo expuesto anteriormente, se puede observar que en Cuba ha sido posible la elaboración de tablas dasométricas para la cubicación de la madera, sobre todo en plantaciones de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* y otras especies como: *Eucalyptus* sp. *Casuarina esquisetifolia* e *Hibiscus elatus*. También Henry (2002) elaboró tablas dasométricas para otras cuatro especies en bosques naturales mixtos de la Ciénaga de Zapata, *Lysiloma latisiliquum* Benth (soplillo), *Bursera simaruba* Sargent (almacigo), *Calophyllum antillanum* Britton (ocuje) y *Bucida palustris* Borhidi (júcaro). Sin embargo, las especies que se desarrollan en los bosques mixtos naturales, requieren trabajos de esta envergadura con vista al logro de una ordenación forestal sostenible.

Machado (2002) determinó, por primera vez en bosques pluvisilvas, tablas de

volumen de árboles individuales, coeficientes mórficos y modelos de perfil del fuste para las especies *Calophyllum utile* Bisse, *Buchenavia capitata* Vahl, *Manilkara albescens* Griseb y Cronquist, *Tabebuia dubia* Wr.ex. Sauv. Britton y *Slonaa curatellifolia* Griseb.

Lores *et al.* (2010) determinaron los factores diamétricos y volumétricos de formas y tablas de volumen de doble entrada para la especie *Calophyllum antillanum* en bosques pluvisilvas de montañas de Baracoa, con una muestra de 23 árboles, donde el coeficiente mórfico preliminarmente fue de 0,41 para el fuste, y el modelo de mejor ajuste fue el aritmético ($V = a + b(d^2h)$)

También Lores *et al.* (2010_b) realizaron un estudio preliminar del comportamiento de los índices dendrométricos de *Andira inermis* en bosques pluvisilvas de montaña de la EFI Baracoa donde la ecuación del fuste de mejor resultado del volumen con respecto al diámetro y a la altura en la especie es un modelo exponencial $V = b_0 d^{b_1}$ y $V = b_0 h^{b_1}$ y La ecuación de la rama de mejor resultado del volumen con respecto al diámetro y a la altura en la especie es un modelo lineal cúbico $V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3$ y $V = b_0 + b_1 h + b_2 h^2 + b_3 h^3$

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la organización del estudio

La Empresa Forestal Integral Granma (EFIG) surge como resultado de la fusión de las Empresa Forestal Integral Bayamo con la Empresa Forestal Integral Manzanillo, siendo partes subordinadas al Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña de la Delegación de la Agricultura en Granma. Ubicada en la ladera norte de la precordillera de la Sierra Maestra a 230 metros sobre el nivel del mar.

La EFIG cuenta con un patrimonio forestal de 61 842,0 ha, compuestas por 29 712,6 ha de bosques naturales, 5 675,2 ha de plantaciones jóvenes, 20 519,7 ha de plantaciones establecidas, un área inforestal de 1 317,8 ha y deforestadas 4 616,7 ha. Esta EFI consta de 13 unidades empresariales de bases silvícolas (UEBS), 2 comercializadoras y la Unidad de Industria. Estas unidades son actualmente puntos de partida para la aplicación de los conceptos del desarrollo forestal sostenible. En dichas unidades existen más de 140 fincas forestales que desarrollan trabajos de protección y conservación de importantes recursos forestales y algunas especies amenazadas de extinción.

Al cierre de la dinámica forestal en el año 2012 según MINAGRI (2012), las plantaciones de *Pinus maestrensis* contaban con 3 529,6 ha lo que representaba el 17,2% de patrimonio plantado de la EFIG, estas plantaciones estaban distribuidas en tres unidades empresariales de base silvícolas, las cuales pertenecen a los municipios Guisa (1 697,6 ha), Buey Arriba (1 638, 9 ha) y Bartolomé Masó (194 ha).

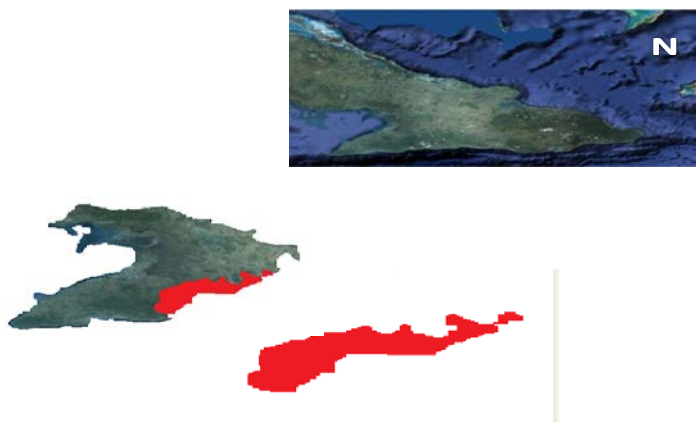


Figura 2.1 Distribución de las plantaciones de *Pinus maestrensis*

2.2. Metodología para la caracterización de las plantaciones de *Pinus maestrensis*

2.2.1. Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se realizó un muestreo aleatorio en las plantaciones de *Pinus maestrensis* de la EFIG, donde se levantaron 75 parcelas rectangulares de muestreo de 500 m² (20m x 25m) como se presenta en el anexo 1, conociéndose que el tamaño de la población es de 3 529,6 ha.

Para calcular el tamaño de la muestra, primeramente, fue necesario determinar el tamaño de la población que correspondía al área, para lo cual se empleó la siguiente expresión matemática:

$$N = \frac{A}{a} \quad [1]$$

Dónde:

A = Área total de la población

a = Área de la parcela de muestreo.

En cuanto al total de árboles tipos para la construcción de las tablas dasométricas Prodan *et al.* (1997), plantean que, contrariamente a lo que ocurre cuando se desea seleccionar una muestra para estimar un parámetro determinado, no existe en el caso de las regresiones una expresión explícita para determinar el tamaño de la muestra de árboles tipos necesarios con vista a obtener una precisión dada. Cuanto mayor sea el número más precisa será la estimación.

Para la selección de la fórmula con vista al cálculo del tamaño de la muestra, se determinó si la población objeto de investigación era finita o infinita mediante el cumplimiento de las siguientes hipótesis:

a) Si $1 - f \geq 0,98$ la población es infinita y la expresión matemática a emplear

$$\text{será: } n = \frac{t^2 \sum_{h=1}^L W_h s_h^2}{E^2}$$

b) Si $1 - f < 0,98$ la población es finita y entonces la expresión matemática a emplear será:

$$n = \frac{t^2 \sum_{h=1}^L W_h s_h^2}{E^2 + t^2 \sum_{h=1}^L \frac{W_h s_h^2}{N}}; \text{ Donde: } E = \frac{LE\%}{100} * \bar{x}_{st}$$

Dónde: $f = \frac{n}{N}$ = fracción de muestreo de la población; L = número de estratos; h =

estrato; N_h = número potencial de unidades del estrato h en la población; $W_h = \frac{N_h}{N}$ =

proporción del estrato h en la población; $s_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (X_{ih} - \bar{x}_h)^2}{n_h - 1}$ = varianza por estrato; E =

error o la precisión deseada; t = valor de t de Student para 95% de probabilidad.

Además se calcularon otras variables estadísticas o estadígrafos, tales como:

Media por estrato: $\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} X_{ih}}{n_h}$; Media estratificada: $\bar{x}_{st} = \frac{\sum_{h=1}^L n_h \bar{x}_h}{n} = \sum_{h=1}^L W_h \bar{x}_h$

Varianza estratificada: $s_{st}^2 = \sum_{h=1}^L W_h s_h^2$; Error estándar: $s_{\bar{x}(st)} = \sqrt{\sum_{h=1}^L W_h^2 \frac{s_h^2}{n_h} (1 - f_n)}$

Error de muestreo: a) Absoluto: $E_a = \pm t s_{\bar{x}(st)}$; b) Relativo: $E_r = \pm \frac{t s_{\bar{x}(st)}}{\bar{x}_{st}} * 100$

Intensidad de muestreo por estrato: $n_h = \frac{N_h}{N} * n = W_h * n$

2.2.2. Evaluación de los parámetros dasométricos

El número de árboles por hectárea (N/ha) se obtuvo por el conteo del número de árboles dentro de la parcela (m) y multiplicando por el factor de proporcionalidad (F), o sea: $N/ha = mF$

El área basal por hectárea (G/ha) se determinó mediante la forcipulación total en las parcelas de pruebas y el cálculo se realizó utilizando el siguiente procedimiento matemático:

$$G/ha = F \sum_{i=1}^m \frac{\pi}{4} d_i^2 \quad [2]$$

Dónde:

G/ha = área basal por hectárea en (m^2)

d_i = diámetro de cada árbol medio en (m)

g_i = Área basal de cada árbol medido

m = número total de árboles en la parcela

$F = \frac{A}{a}$ = factor de proporcionalidad para convertir los valores de la parcela a valores

por hectárea ($A = 1$ ha ó $10\,000\,m^2$ y a = al área de la parcela en hectárea ó en m^2).

El cálculo del área basal por clase diamétrica se realizó mediante la siguiente

fórmula: $G_i = \frac{\pi}{4} \bar{d}_i^2 * n_i$ [3]

Dónde:

G_i = área basal de la clase diamétrica

\bar{d}_i = diámetro medio de la clase diamétrica

n_i = número de árboles en la clase diamétrica.

Para el cálculo del volumen por hectárea (V/ha) se aplicó la siguiente expresión

matemática: $V / ha = F \left(\sum_{i=1}^m v_i \right)$ ó $V / ha = F \left(\sum_{i=1}^m \frac{\pi}{4} d_i^2 * h_i * f_i \right) = F \left(\sum_{i=1}^m g_i * h_i * f_i \right)$ [4]

Dónde:

v_i = volumen de cada árbol

h_i = altura estimada de cada árbol

f = factor volumétrico de cada árbol

La estimación del volumen se realizó con el coeficiente mórfo calculado y el cálculo del volumen por clase diamétrica se realizó mediante la siguiente expresión:

$$V_i = \left[\frac{\pi}{4} \bar{d}_i^2 * (\bar{h}_i + 3) * f_e \right] * n_i$$
 [5]

Dónde:

V_i = volumen de la clase diamétrica

\bar{d}_i = diámetro medio de la clase diamétrica

\bar{h}_i = altura promedio de la clase diamétrica

n_i = número de árboles en la clase diamétrica

2.2.3. Determinación de los factores de forma diamétricos y volumétricos

Para determinar los factores de formas diamétricos y volumétricos, se realizó un inventario piloto o previo, donde se derribaron y cubicaron rigurosamente 50 árboles de la especie investigada tomando como variable de interés el factor de forma calculado de los árboles cubicados (anexo 2).

A los árboles se les midió el diámetro a 1.30 m del suelo ($d_{1.30}$), la altura total (h_t) y la altura de fuste limpio (h_c). Además se cubicó cada 1 m de longitud (figura 2), midiéndole a cada una de las secciones el diámetro en el extremo grueso, extremo fino y en el centro, las mediciones fueron realizadas con forcípula, para la medición del diámetro y con cinta métrica en cada sección del fuste.



Figura 2.2 Medición durante el inventario piloto de los árboles

Se calculó el volumen de las diferentes secciones del fuste mediante la cubicación, aplicando la fórmula de Newton, cuya expresión es:

$$V_i = \frac{1}{6}(g_i + 4g_m + g_2) * L \quad [5]$$

Dónde:

V_i = Volumen de la sección

g_i = Área del extremo grueso

g_2 = Área del extremo fino

g_m = Área a la mitad de la longitud

L = Longitud de la sección

Para el cálculo del factor volumétrico de forma se empleó el siguiente ecuación:

$$f_{1,30} = \frac{V_{real}}{V_{cilindro}} \quad [6]$$

Dónde:

$f_{1,30}$ = Factor de forma artificial medio

V_r = Volumen real (riguroso)

$V_{cilindro}$ = volumen del cilindro, el volumen del cilindro se determinó por la fórmula:

$$V_{cilindro} = \frac{\pi}{4} d_{1,30}^2 * L_t \quad [7]$$

El factor volumétrico medio para todos los árboles de muestra será:

$$f_{1,30} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n} \quad \text{ó} \quad f_{1,30} = \frac{\sum v_r}{\sum v_{cilindro.}} \quad [8]$$

Dónde:

V_r = Sumatoria del volumen calculado en cada sección de la troza según el método para un árbol

f_i = Factor de forma artificial del árbol (i)

Para la determinación del factor diamétrico de forma de Schiffel o cociente de forma de Schiffel se empleó la expresión:

$$k_{0.5} = \frac{d_{1/2ht}}{d_{1,30}} \quad [9]$$

Dónde:

$k_{0.5}$ = Factor diamétrico de forma

$d_{1/2ht}$ = Diámetro a la mitad de la altura total

$d_{1,30}$ = Diámetro a uno punto treinta metros del suelo

2.3. Procedimiento para la construcción de las tablas de volumen y perfil del fuste

Para la selección del modelo de mejor ajuste para el volumen de árbol medio, se realizó primeramente una matriz de correlación de variables con el volumen real total (V_{rt}) como variable dependiente y como variables independientes: altura total (h_t), diámetro a 1.30 m del suelo ($d_{1.30}$), área basal total del fuste (g_t), diámetro a la mitad de la altura total ($d_{1/2ht}$), diámetro en la base del árbol (d_b), área basal a 1.30 ($g_{1.30}$), ancho de copa (A_c), con el objetivo de identificar las variables independientes fuertemente correlacionadas con el volumen real total para el modelo.

Para evaluar el modelo de mejor ajuste con vista a la estimación del volumen del fuste, se analizaron 41 modelos de regresión, 20 de ellos de simple entrada, 10 de doble entrada y 11 de triple entrada.

Para la selección del modelo de mejor ajuste para el perfil del fuste se realizó primeramente una matriz de correlación de variables con el diámetro a 1.30 m del suelo ($d_{1.30}$) como variable dependiente respecto a las variables independientes altura total (h_t), altura del fuste (h_f), diámetro a un medio de la altura total ($d_{1/2ht}$), diámetro en cada una de las secciones de las trozas ($d_{icc.}$) y la altura correspondiente a cada una de las mediciones por cada troza (h_i) con el objetivo de identificar las variables independientes fuertemente correlacionadas con el diámetro a 1.30 m del suelo para el modelo.

Para evaluar el modelo de mejor ajuste con vista a determinar el perfil del fuste, se analizaron 20 modelos de regresión, 4 de ellos de autores conocidos, 8 modelos cuadráticos y 8 cúbicos.

Para la selección del modelo de mejor ajuste para la masa se realizó primeramente una matriz de correlación de variables con volumen real (V_{rt}) como variable dependiente respecto a las variables independientes altura total media (\overline{H}_{med}), altura comercial (\overline{H}_c), diámetro medio a 1.30 cm del suelo ($\overline{D}_{1.30}$), área basal media por hectárea (\overline{G} / ha), número de árboles total medio por hectárea (\overline{N} / ha) y la altura media dominante (\overline{H}_{dom}).

Asimismo se identificaron los 26 modelos probados para la estimación del volumen

de la masa. En total se probaron 87 modelos. (Anexo 3).

En la mayoría de los casos un mismo modelo fue ensayado con diferentes variables independientes. En los modelos probados para el perfil del fuste, los modelos cúbicos fueron ensayados para diámetros con corteza y para la masa los modelos fueron probados para el volumen real total (V_{rt}).

Para el procesamiento matemático-estadístico de los resultados se empleó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 mediante el cual se realizó un análisis de regresión del volumen real total con las variables correlacionadas, para todos los casos. Para el perfil del fuste se determinó la integral que definió la función del volumen del perfil para la especie, mediante la ecuación:

$$V = \int_0^{ht} A_{(x)} d_{(x)} \quad [10]$$

Siendo A una función continua.

La precisión de la ecuación de volumen se comprobó mediante el error estándar de la estimación, el coeficiente de correlación y de determinación respectivamente, y se realizó un análisis de las capacidades predictivas para definir el modelo de mejor ajuste en cada uno de los casos.

La selección de la ecuación de volumen se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Salas (2002), la cual consiste en las siguientes tres etapas:

a) **Bondad de ajuste:** se calculó el coeficiente de correlación (R), el coeficiente de determinación (R^2), el error estándar de la estimación (S_x) y la significancia estadística de los coeficientes de regresión ajustados mediante la prueba de *t*-student. El índice de Furnival IF al encontrarse la variable dependiente en diferentes escalas de medición dígame transformaciones. Aquellos modelos que presentaron al menos un parámetro no significativamente distinto de cero fueron eliminados.

b) **Capacidades predictivas:** fueron evaluadas las capacidades predictivas), con el fin de comparar los modelos, en la totalidad de la muestra empleada para la validación de los modelos (validación independiente. Los estadísticos empleados fueron la raíz del error cuadrático medio (RECM) y la diferencia agregada (DA) (Prodan *et al.*, 1997). Debido al sesgo que se produce al transformar los valores estimados de modelos logarítmicos ($\ln v \text{ m}^3$) a los valores aritméticos (m^3); se empleó,

previo al cálculo del RECM y DA, la corrección propuesta por Baskerville (1972) para los modelos que emplean logaritmos en la variable respuesta. Ambos estadísticos estuvieron expresados como una proporción de la media del grupo y fueron recomendados por su efectividad, por Max y Burkart (1985); Real (1993); Rodríguez y Molina (2003); Novo *et al.* (2003); Barrio *et al.* (2007); Gezan *et al.* (2009) y Barrero (2010). Para estos estadísticos el mejor modelo correspondió al que presentó los valores más cercanos a cero. Ante dos valores iguales de error, el modelo que estimó con un menor (RECM) se consideró superior.

Estos estadísticos fueron determinados mediante las siguientes expresiones:

$$RECM\% = \frac{100}{\bar{y}} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \right]^{1/2}$$

$$DA\% = \frac{100}{\bar{y}} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) \right]$$

Dónde: y_i y \hat{y}_i corresponden al valor observado y estimado de la medición i-ésima; \bar{y} es el promedio y n el total de observaciones.

c) **Análisis de capacidades predictivas de una muestra independiente para validación:** se seleccionaron un total de 45 parcelas para la validación partir de sus datos se ajustó el modelo seleccionado con mejor ajuste y se le calculó la media y la desviación estándar del RECM y DA calculados.

En general, con esta metodología, se esperó que un modelo con un buen comportamiento debiera presentar para el RECM una menor media (mayor exactitud) y una menor desviación.

Para la DA la tendencia esperada fue la misma, con la diferencia que para la obtención de la media y desviación estándar de la DA en las clases de validación se emplean valores absolutos. Este análisis fue clasificado de acuerdo a Kozak (2003) como un análisis de falta de ajuste, el cual normalmente no es realizado en gran parte de los estudios que evalúan y comparan varios modelos.

La elección de la mejor ecuación estimadora de volumen, se efectuó a través de la asignación de puntajes a cada uno de los estadísticos (Cao *et al.*, 1980 y Salas, 2002).

La clasificación de mejor ajuste fue asignado a la correspondiente ecuación ajustada que presentó el menor valor de RECM calculado para toda la muestra, el menor valor de la media y desviación estándar de la RECM en las clases de validación hasta completar la asignación de puntajes con el total de modelos.

De igual manera se realizó con el análisis del sesgo; el mejor ajuste fue asignado a la ecuación que presentó la DA más cercana a cero, calculada para toda la muestra, el menor valor de la media en valor absoluto y desviación estándar de la DA en las clases de validación.

Finalmente, se obtuvo la sumatoria de estos puntajes para cada modelo, donde los menores puntajes finales indicaron ecuaciones más exactas. En caso que hubiera ecuaciones con el mismo puntaje se optó por la expresión matemática más sencilla.

Para la construcción de las tablas de volumen tanto para el fuste como la masa se emplearon los modelos de mejor ajuste en uno y otro caso, atendiendo a los resultados obtenidos en el análisis de regresión.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Representatividad del muestreo en plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse

Se determinó el tamaño de la muestra resultando que las 75 parcelas del inventario piloto eran representativas y suficientes para alcanzar la precisión deseada, ya que el área de plantaciones, cuya superficie es de 3 529,6 ha, comprende 70 592 parcelas de 0,05 ha (500 m²).

$$\text{Por tanto: } f = \frac{n}{N} = \frac{75}{70592} = 0,0011$$

Como se cumple la hipótesis de que $1 - f = 1 - 0,0011 = 0,9989 > 0,98$, entonces la población es infinita y por tanto, la expresión a emplear para calcular el tamaño de la

$$\text{muestra es: } n = \frac{t^2 \sum_{h=1}^L W_h s_h^2}{E^2}$$

Para el cálculo del tamaño de la muestra se consideró obtener un límite de error de muestreo de $\pm 5\%$ para una probabilidad de 95%. Como el límite de error está en por ciento, se convirtió a valor absoluto mediante la expresión:

$$E = \frac{LE\%}{100} * \bar{x}_{st} = \frac{5}{100} * 208,86 = 10,443.$$

Como $n=75$ entonces el valor de (t) para 95% de probabilidad será: $t_{(0,05;69)} = 1,995$.

Por tanto el tamaño de la muestra para el inventario definitivo es:

$$n_1 = \frac{(1,995)^2 * 7543,7}{(20,86)^2} = 69 \text{ parcelas; lo que indica que las 75 parcelas que se}$$

levantaron son representativas y suficientes para alcanzar la precisión deseada.

3.2 Factores de forma, diamétricos y volumétricos

En la EFIG no se han elaborado las tablas de volúmenes y factores de forma volumétricos para la especie *Pinus maestrensis*. Se determinaron los factores de formas, diamétricos y volumétricos mediante las fórmulas que aparecen en el epígrafe 2.2.3, donde el volumen real (V_r) de cada uno de los árboles de muestra derribados se calculó aplicando los método de cubicación de Newton, pues por este

método el sesgo es menor que el resto de los métodos utilizados comúnmente, puesto que en este se toman las mediciones en tres partes de la troza y mientras mayor sea el número de mediciones a tomar y más cortas sean las secciones, menor es el error de muestreo.

Otro elemento que se tuvo en cuenta para aplicar el método de Newton es el planteado por (Cailliez, 1980) quien hace un análisis de las cuatro formas geométricas generales a las que se pueden corresponder los fustes o las distintas partes del fuste de los árboles: cilindro, paraboloides, cono y neiloide. La fórmula de Huber subestima el volumen real para la forma del cono y el neiloide y la fórmula de Smalian sobreestima el volumen real para estas mismas formas, pero ambas fórmulas son exactas para el cilindro y paraboloides y afirma que la fórmula de Newton es exacta para cualquiera de las formas geométricas del fuste.

En el anexo 2 se resumen los índices dendrométricos más importantes para el fuste de cada uno de los árboles tipos muestreados. Donde aparece el volumen real (V_r) del árbol, resultante de la suma del volumen de todas las secciones de un metro de longitud, obtenido mediante la fórmula de Newton. También se representa el volumen del cilindro aparente del árbol.

$$K_{0,5} = \frac{d_{\frac{1}{2}ht}}{d_{1,30}}$$

Se cumple la hipótesis que $f = K_{0,5}^2$ como sucede en las coníferas. Los factores diamétricos y volumétricos de formas promedios. En el caso del factor volumétrico para el fuste resultó para esta especie 0,46 en un decimo menor que el encontrado por Padilla (1999) para *Pinus caribaea* var *caribaea* en el país, y mayor que el que aparece para la especie en el Manual para la Ordenación de Montes en Cuba de 0,39 hasta doce metros de altura y de 0,36 para una altura mayor que doce metros. Por su parte para el factor diamétrico de forma resultó un valor de 0,68.

3.3 Análisis de los modelos de regresión del volumen en *Pinus maestrensis*

Los modelos matemáticos para la estimación del volumen y perfil del fuste han sido estudiados en Cuba por varios autores en plantaciones de especies importantes como: *Eucalyptus* sp. (Peñalver, 1991) *Casuarina equisetifolia* (Báez y Gra, 1988),

Pinus caribaea Morelet var. *caribaea* (Burley, Wright y Matos, 1971), *Pinus tropicalis* Padilla (1999) y para *Hibiscus elatus* por Zaldívar (2001). Sin embargo no se han encontrado informaciones sobre el empleo de estos modelos para bosques plantados de *Pinus maestrensis*.

Esta especie, posee un gran valor maderable, constituye un alto por ciento del plan de tala de la EFIG y además posee el mayor patrimonio plantado en el macizo montañoso de la Sierra Maestra. Por tal motivo necesitan del estudio de modelos matemáticos de regresión de volumen y perfil del fuste, no solo para el fuste sino también para la masa de forma general.

3.3.1 Modelos de regresión de volumen para el fuste

En la tabla 3.2 se presenta la matriz de correlación de Pearson, donde se observa una fuerte correlación del volumen real total por hectárea (V_{rt}/ha) con las variables (g_t), (d_b), ($d_{1,30}$), ($g_{1,30}$), así como una baja correlación con el (Ac).

Tabla 3.2. Resultados del análisis de correlación entre las variables empleadas

		VrT	d1,30	d1/2	db	g_t	$g_{1,30}$	Ac	h_t
VrT	Correlación de Pearson	1							
	Sig. (bilateral)								
	N	50							
d1,30	Correlación de Pearson	0,931(**)	1						
	Sig. (bilateral)	0,000							
	N	50	50						
d1/2	Correlación de Pearson	0,865(**)	0,895(**)	1					
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000						
	N	50	50	50					
db	Correlación de Pearson	0,958(**)	0,987(**)	0,889(**)	1				
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000					
	N	50	50	50	50				
g_t	Correlación de Pearson	1,000(**)	0,931(**)	0,866(**)	0,959(**)	1			
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000				
	N	50	50	50	50	50			
$g_{1,30}$	Correlación de Pearson	0,960(**)	0,959(**)	0,813(**)	0,967(**)	0,961(**)	1		
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			

	(bilateral)								
	N	50	50	50	50	50	50		
Ac	Correlación de Pearson	0,490(*)	0,612(**)	0,317	0,592(**)	0,490(*)	0,583(**)	1	
	Sig. (bilateral)	0,018	0,002	0,141	0,003	0,018	0,004		
	N	50	50	50	50	50	50	50	
h _t	Correlación de Pearson	0,664(**)	0,718(**)	0,650(**)	0,710(**)	0,664(**)	0,583(**)	0,342	1
	Sig. (bilateral)	,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	
	N	50	50	50	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Así se definen como las variables predictoras de los modelos, aquellas fuertemente correlacionadas con el volumen y cuya obtención sea de la forma más práctica de obtener en correspondencia con los reportado en la literatura por Peñalver (1991) para *Eucalytus* sp, Padilla (1999), para *Pinus tropicalis* y Zaldívar (2001), para *Hibiscus elatus*.

En la tabla 3.3, se representan los diez modelos de mejor bondad de ajuste y capacidades predictivas, con sus respectivos coeficientes de regresión no estandarizados. Como se observa en la tabla 3.3 los diez modelos presentan una eficiente bondad de ajuste y capacidades predictivas, lo cual indica la calidad y precisión de los mismos; esto se traduce en que los valores estimados coinciden por lo general en su totalidad con los valores observados.

Se resalta que de los diez modelos los primeros 7 presentaron los mejores resultados del ajuste con R^2 corregida igual a 1 y los Índice de Furnival IF más bajos, así como los valores de la raíz del error cuadrático medio (RECM) y la diferencia agregada (DA) más bajos. Así por la practicidad en relación a la obtención de las variables predictoras se decide seleccionar el modelo Schumacher y Hall como el más eficiente. Los resultados confirman las valoraciones realizadas por Loetsch, Zöhrer y Haller (1973), citados por Lores (2013), quienes aseguran que las tablas de volumen en función del diámetro y la altura producen estimaciones más exactas.

Este modelo coincide con Pece *et al.* (2002) quienes determinaron los mejores ajustes para la tabla de volumen de doble entrada en Álamos de la zona de riego de Santiago del Estero, Argentina. Sin embargo, difiere de los modelos propuestos en

Cuba por Peñalver (1991), Padilla (1999), Zaldívar (2001) para plantaciones de *Eucalyptus* sp, *Pinus tropicalis*, *Hibiscus elatus* respectivamente y por Ares (1999) para *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea* en bosques naturales, quienes encontraron superioridad en el modelo logarítmico de Spurr.

Tabla 3.3 Diez modelos de mejor ajuste con vista a la estimación del volumen del fuste

Modelo	RECM	DA	R ² corregida	IF	Ecuación
Schumacher y Hall	1	0,000	1,000	0,001	$V=0,001 \text{ db}^{1,650} h^{0,0403}$
Cúbico	0,002	0,000	1,000	0,002	$V=0,000 + (0,329*gt^2) + (0,02*gt^2) + (0,00*gt^3)$
Cuadrático	0,002	0,000	1,000	0,002	$V=-0,001 + (0,333*gt) + (0,0000346*gt^2)$
Lineal	0,002	0,000	1,000	0,002	$V=-0,01 + (0,333*gt)$
Kopecky-Gehrhardt	0,002	0,000	1,000	0,004	$V= -0,001 + 0,332gt^{1,002}$
Ogaya 2	0,002	0,000	1,000	0,003	$V=b_0+b_1d_{1/2} + b_2 (d_{1/2}h)$
Potencia	0,002	0,000	1,000	0,011	$\text{Log}(V)=\text{log}(0,331) + 1,004*\text{log}(gt)$
Schumacher y Hall 1933	0,184	0,034	0,980	0,187	$\text{Log } v= -9,938 + 1,960 \text{ log } d_{1,30} + 0,934 \text{ log } h$
Logarítmico Spurr 1952	0,155	0,024	0,986	0,156	$\text{Log } v= -9,668 + 0,969 \text{ log } (d_{1/2}^2 h)$
Stoate	0,042	0,002	0,986	0,043	$V= -0,029+0,001d_{1/2}^2 + 0,0000134d_{1/2}^2 + 0,004h$

En la Figura 3.2 se representa el grado de correspondencia o de adecuación del modelo propuesto con los valores reales, donde no se obtuvo diferencia significativa entre el volumen estimado y el volumen real para una significación de 1,000, mayor que 0,05.

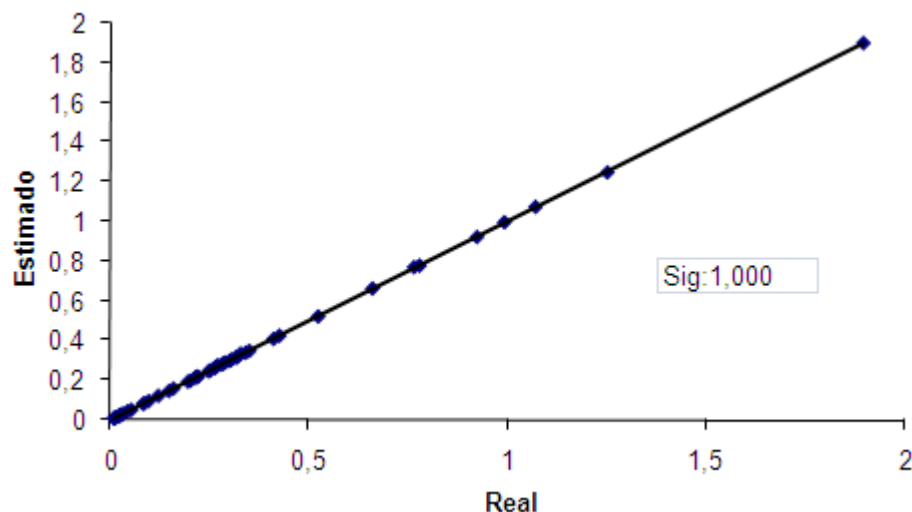


Figura 3.2 Comparación entre el valor real y el estimado con el modelo de mejor ajuste.

Para la validación del mejor modelo para el fuste con datos independientes de *Pinus maestrensis.*, se midieron diez árboles tipo.

El interés primordial del proceso de validación es asegurar que los resultados sean generalizables en la población y que los árboles utilizados para la validación no sean específicos de la muestra utilizada para la estimación (Hair *et al.*, 1999). Por eso se utilizó otra muestra de la población y se evaluó la correspondencia de los resultados obtenidos de las dos muestras.

De acuerdo con Alder (1980), la validación es el procedimiento para evaluar en qué medida el modelo de regresión elegido representa la población. Una alternativa práctica de validación utilizada en este trabajo es que considera las técnicas estadísticas de análisis de residual entre los valores estimados por el modelo y los datos para su ensayo.

Los resultados de la validación se encuentran en la Tabla 3.4, con buenos resultados para el modelo de mejor ajuste (el modelo aritmético de doble entrada de Schumacher y Hall): $V=0,002 \text{ db}^{1,454} \text{ h}^{0,164}$ esto demuestra la confiabilidad para la utilización de este modelo con vista a la construcción de las tablas de volumen única para la especie.

Tabla 3.4 Validación del modelo de mejor ajuste

Modelo	RECM	DA	IF	Ecuación
Schumacher y Hall Db	0,1224	0,015	0,045	$V=0,002 \text{ db}^{1,454} h^{0,164}$

La Figura 3.3 muestra el grado de adecuación del modelo propuesto, donde no se obtuvo diferencia significativa entre el volumen estimado y el volumen real para una significación de 0,962, mayor que 0,05.

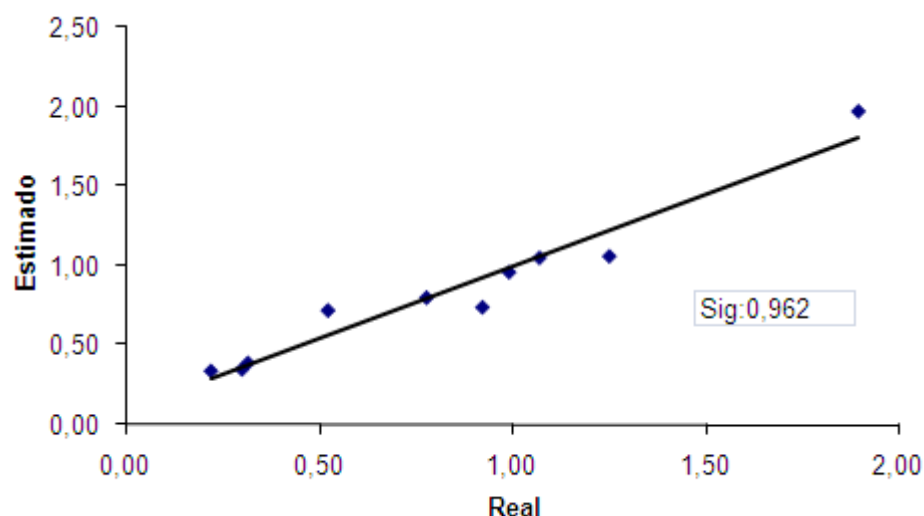


Figura 3.3 Comparación entre el valor real y el estimado con el modelo de mejor ajuste $V=0,002 \text{ db}^{1,454} h^{0,164}$ para la validación del fuste

3.3.2 Modelos de regresión para el perfil de fuste

La estimación de los surtidos maderables se realiza mediante la construcción de un modelo matemático de perfil del fuste, tal como plantean Prieto y López (1993), al definir una función de forma o perfil del árbol como una expresión que relaciona los diámetros relativos o secciones relativas a lo largo del tronco con la altura relativa a que se encuentren.

En la tabla 3.5 se presenta la matriz de correlación de Pearson, donde se observa existe correlación con todas las variables excepto con la altura (h_i) a cada una de las mediciones correspondientes por cada troza y con la altura del fuste (h_f), pero existe una fuerte correlación con el diámetro a un medio de la altura total ($d_{1/2ht}$)

Tabla 3.5 Resultados del análisis de correlación entre las variables empleadas

		d1,3	d1/2	hf	ht	dicc	hi
d1,3	Correlación de Pearson	1					
	Sig. (bilateral)						
	N	50					
d1/2	Correlación de Pearson	0,874(**)	1				
	Sig. (bilateral)	0,000					
	N	50	50				
hf	Correlación de Pearson	0,670(**)	0,661(**)	1			
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000				
	N	50	50	50			
ht	Correlación de Pearson	0,636(**)	0,569(**)	0,951(**)	1		
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000			
	N	50	50	50	50		
di	Correlación de Pearson	0,643(**)	0,650(**)	0,439(**)	0,414(**)	1	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000		
	N	50	50	50	50	50	
hi	Correlación de Pearson	0,286(**)	0,280(**)	0,426(**)	0,408(**)	-,421(**)	1
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	50	50	50	50	50	50

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Machado (2002) afirma que estas mediciones de diámetros y alturas deben ser transformadas de manera que no se trabaje con los valores absolutos de diámetros a intervalo de alturas de cada árbol, sino que deben convertirse en valores relativos, de manera que el conjunto de mediciones correspondientes a cada árbol puedan ser ajustadas por una misma ecuación con independencia de los valores absolutos, ya que todos los árboles no presentan la misma altura, ni igual diámetro en todas las secciones. La matriz de correlación de variables para el perfil del fuste con el diámetro a 1.30 m del suelo ($d_{1.30}$) como variable dependiente respecto a las variables independientes altura total (h_t), altura del fuste (h_f), diámetro a un medio de

la altura total ($d_{1/2ht}$), diámetro con corteza en cada una de las secciones de las trozas ($d_{icc.}$), diámetro sin corteza en cada una de las secciones de las trozas (d_{isc}) y la altura correspondiente a cada una de las mediciones por cada troza (h_i).

Como se observa existe correlación con todas las variables excepto con la altura (h_i) a cada una de las mediciones correspondientes por cada troza y con la altura del fuste (h_f), pero existe una fuerte correlación con el diámetro a un medio de la altura total ($d_{1/2ht}$) con $R= 0,874$ y correlación media, con el diámetro con corteza ($d_{icc.}$) en cada una de las secciones de las trozas con $R= 0,643$, no siendo así con la altura correspondiente a cada una de las mediciones por cada troza (h_i) con una correlación más baja. Esto último se justifica por la heterogeneidad de las alturas totales de los individuos en la población, de ahí la necesidad de tomar como variables dependientes las ponderaciones con el diámetro a 1,30 m y no con la altura total, como se ha empleado para otras especies como variable independiente una ponderación de la altura desde la base del árbol hasta el punto donde alcanza el diámetro (d) con la altura total, para poder comparar árboles con diferentes alturas, restándole 1 a esta ponderación para lograr obtener un diámetro cero cuando la altura total se iguala a la h_i . Este procedimiento ha sido empleado con efectividad por Kozak (1969); Kozak *et al.* (1969); Max y Burkhart (1976), Barrero (2010).

En la tabla 3.6 se muestran los cinco modelos con mejor ajuste para el perfil del fuste, según el análisis de la bondad de ajuste (anexo 6) y las capacidades predictivas con ($d_{1.30}$) y variables combinadas como variables dependientes. Los mejores cinco modelos y la ecuación de regresión para el perfil del fuste.

El modelo de mejor ajuste, como se observa en la tabla antes mencionada, es un polinómico de tercer grado. Estos resultados difieren con Cellini *et al.* (2002), quienes ensayaron modelos de perfil del fuste para la especie *Nothofagus pumilio* Poepp. en Argentina y el modelo que mejor ajuste presentó fue el de Muhairwe (1993) de exponentes variables.

Tabla3.6 Cinco mejores modelos para perfil del fuste

Modelo	RECM	DA	Ecuación
Cúbico dicc/d1.3= hi-1.3/ht- 1.3	0,087	0,008	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = 1,002 + (-1,276)\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right) + 0,757\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right)^2 + (-0,456)\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right)^3$
Cuadrático dicc/d1.3 = hi/ht-1	0,093	0,009	$\frac{d_{icc}}{d_{1.30}} = 1,061 + (-0,690)\left(\frac{h_i}{h_t}\right) + (-0,208)\left(\frac{h_i}{h_t}\right)^2$
Cúbico dicc/d1.3= ht-hi/ht-1.3	0,087	0,008	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = 0,103 + 1,637\left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1,30}\right) + (-1,585)\left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1,30}\right)^2 + 0,868\left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1,30}\right)^3$
Cuadrático dicc/d1.3= ht-hi/ht-1.3	0,089	0,008	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = 0,165 + 1,004\left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1,30}\right) + (-0,161)\left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1,30}\right)^2$
Cuadrático dicc/d1.3= hi-1.3/ht- 1.3	0,089	0,008	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = 1,009 + (-0,682)\left(\frac{h_i - 1,30}{h_t - 1,30}\right) + (-0,161)\left(\frac{h_i - 1,30}{h_t - 1,30}\right)^2$

La tabla 3.7 muestra la validación del mejor modelo según el análisis de bondad de ajuste y capacidades predictivas para el perfil del fuste.

Tabla 3.7 Validación del modelo de mejor ajuste para el perfil de fuste

Modelo	RECM	DA	Ecuación
Cúbico dicc/d1.3= hi-1.3/ht- 1.3	0,086	0,008	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = 1,002 + (-1,276)\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right) + 0,757\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right)^2 + (-0,456)\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right)^3$

Como se puede apreciar en las figura 3.4 el modelo de mejor ajuste coincide con la silueta del perfil del fuste de la especie, lo cual justifica el uso de este modelo en la implementación en la práctica productiva.

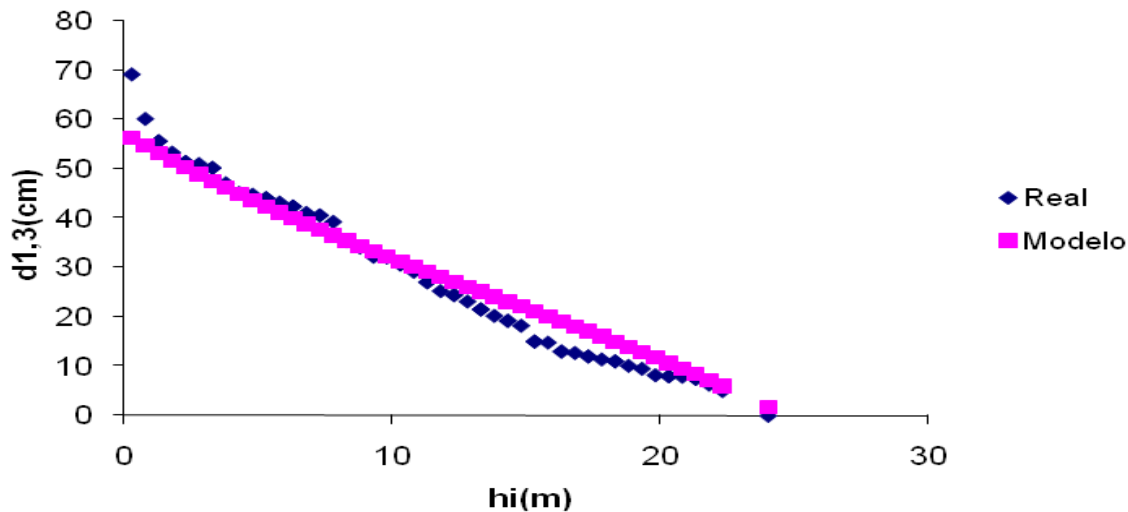


Figura 3.4 Representación del perfil del fuste para el modelo de mejor ajuste

3.3.3 Modelos de regresión de volumen para la masa

Para cubicar una masa, el método más utilizado, consiste en hacer un inventario, aplicar a los árboles inventariados, clase diamétrica por clase diamétrica, una tabla de volumen de árboles o un modelo de regresión de volumen como los explicados anteriormente, y deducir por suma el volumen de la masa. Los modelos de regresión de volumen de masas proporcionan bajo forma de tabla, gráfico o fórmula, una estimación del volumen de una masa en función de variables medias de masa como el número de árboles, el área basimétrica, la altura dominante, etc.

En la tabla 3.8 se presenta la matriz de correlación de las variables dasométricas para las parcelas de *Pinus maestrensis*. Bisse con volumen real (V_{rt}) como variable dependiente respecto a las variables independientes altura total media (\bar{H}_{med}), altura comercial (\bar{H}_c), diámetro medio a 1.30 cm del suelo ($\bar{D}_{1,30}$), área basal media por hectárea (\bar{G}/ha), número de árboles total medio por hectárea (\bar{N}/ha) y la altura media dominante (\bar{H}_{dom}). Como se observa existe correlación con todas las variables en ambos casos, pero la mayor correlación se muestra con el área basal media por hectárea.

Tabla 3.8 Resultados del análisis de correlación entre las variables empleadas para la masa

		V	D	H _{med}	G/ha	H _{dom}
V	Correlación de Pearson	1				
	Sig. (bilateral)					
	N	75				
D _{1.30}	Correlación de Pearson	,735(**)	1			
	Sig. (bilateral)	,000				
	N	75	75			
H _{med}	Correlación de Pearson	,873(**)	,747(**)	1		
	Sig. (bilateral)	,000	,000			
	N	75	75	75		
G	Correlación de Pearson	,905(**)	,653(**)	,614(**)	1	
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		
	N	75	75	75	75	
H _{dom}	Correlación de Pearson	,844(**)	,774(**)	,933(**)	,639(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	
	N	75	75	75	75	75

En la tabla 3.9 se muestran los modelos que resultaron ajustados según el análisis de la bondad de ajuste y las capacidades predictivas con (V_{rt}) como variable dependiente

Tabla 3.9 Cinco modelos que resultaron mejor justados

Modelo	Sx	RECM	DA	Ecuación
81	0,047	0,046	0,002	$\text{Log } v = 0,074 + 0,554 \log (G^2 * H_{med})$
77	0,189	0,188	0,036	$\text{Log } v = 0,498 + 1,458 \log G$
78	0,215	0,213	0,046	$\text{Log } v = 2,133 + 0,310 \log G^2$
85	0,336	0,334	0,112	$\text{Log } v = 1,045 + 0,395 \log (D_{med})^2 * H_{med}$
69	0,777	0,712	0,206	$V = 5,645 + 0,474GH_{ned} + 0,000(GH_{ned})^2$

Los mejores modelos para la especie con sus ecuaciones mediante el análisis de la bondad de ajuste dado por el coeficiente de correlación (R), el coeficiente de determinación (R^2), el error de estimación (Sx) y las capacidades predictivas en base a la raíz del error cuadrático medio (RECM) y la diferencia agregada (DA), para el

volumen real total (V_r) donde se aprecia que el mejor modelo para la masa es el modelo logarítmico: $\log v = 0,074 + 0,554 \log(G^2 * H_{med})$

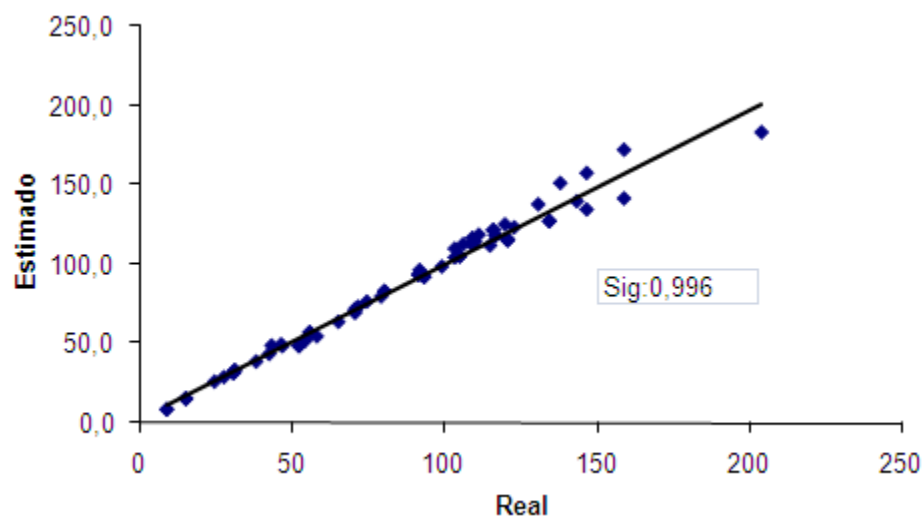


Figura 3.5. Representación de la masa para diferentes modelos ajustados

La Tabla 3.10 Muestra la validación de los diez modelos de mejor ajuste, demostrándose aquí el modelo seleccionado, el Logarítmico de Spurr 1952, resultó ser también el mejor en la validación para ambos volúmenes.

Tabla 3.10 Validación para el mejor modelo para la masa.

Modelo	RECM	DA	Ecuación
Logarítmico Spurr 1952	0,0347	0,001	$\log v = 0,135 + 0,541 \log(G^2 * H_{med})$

Las Figura 3.6 demuestra la confiabilidad del modelo de mejor ajuste, ya que no existen diferencias significativas para α mayor que 0,05.

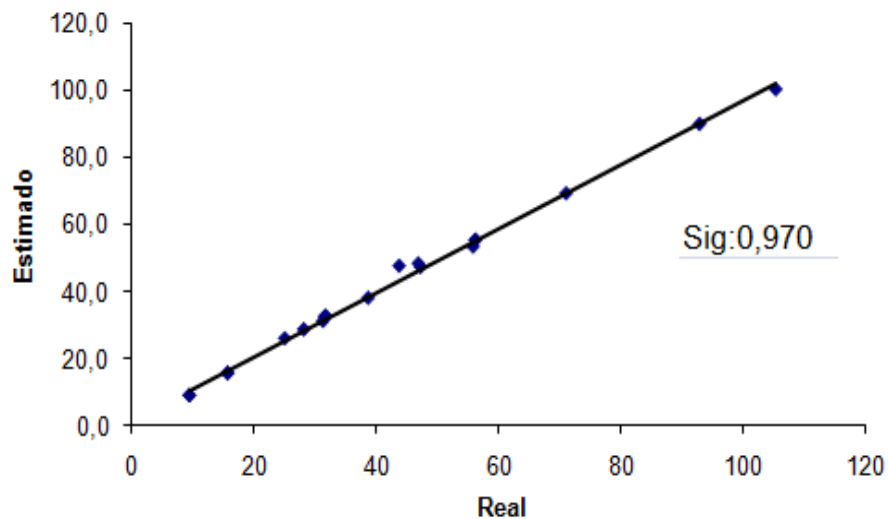


Figura 3.6 Representación de la masa para el modelo de mejor ajuste

3.4 Tablas de volumen para plantaciones de *Pinus maestrensis*

Las tablas de volumen elaboradas a partir de los modelos de mejor ajuste tanto para el fuste como para la masa, no cuentan con referencia alguna sobre estudios similares en bosques plantados de *Pinus maestrensis*, por lo que sin lugar a dudas estas tablas serán de vital importancia para la toma de decisiones en la EFIG. Las tablas obtenidas durante el desarrollo de esta investigación tienen aplicabilidad en la esfera productiva y facilitan el mejor manejo de las áreas donde se produce madera de esta especie, así como una mayor exactitud al momento de realizar determinaciones volumétricas o planificar la producción sostenida en los bosques regulares de *Pinus maestrensis*

Las tablas de volúmenes elaboradas usando el modelo matemático de mejor ajuste facilitan la obtención de volúmenes maderables existentes, de determinadas masas forestales, para la referida especie con características dendrométricas similares y cuando se analiza o valora en términos específicos, se puede asegurar que usando el cálculo más realista a través de la cubicación por trozas y comparándola con el obtenido en esta tabla, hay una gran similitud. Esto da mayor confiabilidad en la ecuación utilizada, sobre todo porque usándola se incurre en una ligera subestimación de los volúmenes, pero de un peso no significativo en la medición de

los parámetros dendrométricos. En los anexos 7 y 8 se encuentran las tablas de volumen para el fuste y la masa respectivamente.

CONCLUSIONES

1. La suficiencia para alcanzar la precisión deseada de la variabilidad del volumen en plantaciones de *Pinus maestrensis* se alcanzó con 69 unidades de 500 m².
2. Los factores diamétricos de forma: 0,68 y volumétrico de forma: 0,46 cumplen la hipótesis que $f = K_{0,5}^2$ como sucede en el resto de las coníferas.
3. Los modelos matemáticos que mayor confiabilidad estadística y facilidad de aplicación práctica brindaron para la construcción de tablas de volumen para plantaciones de *Pinus maestrensis*. Bisse son: para el fuste el modelo aritmético de Schumacher y Hall dado por la siguiente ecuación: $v = 0,002db^{1,454}h^{0,164}$. El cual presento una fuerte correlación del volumen con el diámetro de la base y la altura total. Para el perfil del fuste un polinomio de tercer grado dado por:

$$\frac{d_{cc}}{d_{1,30}} = 1,002 + (-1,276)\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right) + 0,757\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right)^2 + (-0,456)\left(\frac{h_i - 1,3}{h_t - 1,30}\right)^3$$

Para la masa el modelo Logarítmico de Spurr 1952:

$$\log v = 0,074 + 0,554 \log(G^2 * H_{med})$$

RECOMENDACIONES

A la Empresa Forestal Integral Granma

- Utilizar las tablas de volumen obtenidas en este trabajo para la especie tanto para el fuste del árbol medio como para la masa, lo cual traerá como resultado una mejor estimación de los volúmenes de madera de árboles en pie y derribados.
- Continuar realizando trabajos similares con el resto de las especies que se aprovechan en la empresa para mejorar sus estimaciones.

A la Dirección Nacional Forestal del MINAG

- Incluir los coeficientes mórficos calculados para la especie en el Manual para la Ordenación de Montes en Cuba y que la empresa los utilice en el procesamiento de datos relacionados con los planes de manejos en este tipo de bosque.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abellanas, M.; Abellanas, B.; García, O. y Vilas, C. 2009. Vorest: Un modelo informático simula el crecimiento de un bosque. Departamento de Matemática Aplicada de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, y el Departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad de Córdoba. Disponible en: <http://www.supertoolbar.ask.com>. Consulta: 21/01/2011.
2. Aldana, E.; Puentes, M. y Romero, J.L. 2006. Proyecto de organización y desarrollo de la Economía Forestal en la Empresa Forestal Macurije para el decenio 2006-2015.
3. Aldana, E. 2010. Medición Forestal. Editorial: Félix Varela. La Habana. 265 p.
4. Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos: Commonwealth Forestry Institute, Reino Unido. FAO Editorial Argón. Vol.2 (22).118 p.
5. Allen, P. J. 1992. Polynomial Taper equation of *Pinus caribaea*. New Zealand Journal Forestry-Science-194-205. 194-225.
6. Amateis, R. L. y Burkhart, H. E. 1987. Cubic-foot volume equations for Loblolly Pine trees in Cutover, Site-Prepared Plantations. SJAF 11 (4): 190-192.
7. Anucchin, N. P. 1970. Forest Mensuration (Lesnaya taksasiya). Second Edition (1960) Israel program for Scientific Translation. Jerusalén. 454 p.
8. Ares, A. E.; Puentes, A.; Guerra, N. y Jozil, A. 1989. Tabla para la cubicación del productos de tala raza en *Pinus tropicalis* Morelet. Para la Provincia de Pinar del Rio. V Conferencia provincial de las Brigadas Técnicas Juveniles. 15 p.
9. Ares, A. E. 1999. Tablas Dasométricas para bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet para la EFI La Palma. 94 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Rio.
10. Báez, R. y González, O. 1980. Tablas de volúmenes para *Rhizophora mangle* L. Por el método de los coeficientes mórficos empíricos. En: Memorias del seminario sobre impacto humano en el ecosistema de manglar. Uruguay.
11. Báez, R. 1988. Estudios dasométricos de plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst. en suelos cenagosos de la provincia de la Habana. 125 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). ISCAH "Fructuoso Rodríguez" INCA.

12. Báez, R.; Montaña, A. y Varona. C. 1983. Cálculo de coeficientes mórficos para la elaboración de tablas de volúmenes de *pinus cubensis* Griseb. Seminario Científico. C.I.F. Ministerio de la Agricultura. 29 p.
13. Barrero, H. 2010. Modelo integral de crecimiento, perfil del fuste, grosor de corteza y densidad de la madera para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Estudio de caso EFI Macurije. Pinar del Río. 102 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). UPR.
14. Barrio, M.; Sixto, H.; Cañellas, I. y González, F. 2007. Sistema de cubicación con clasificación de productos para plantaciones de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. 'I-214' en la meseta norte y centro de España. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 16 (1): 65-75. Disponible en <http://www.inia.es/srf>. Consulta: 24/01/2011.
15. Baskerville, G. L. 1972. Use of logarithmic regresión in the estimation of plant biomass. Canadian Journal of Forest Research (2): 49 – 53.
16. Bi, H. 2000. Trigonometric Variable-Form Taper Equations for Australian Eucalypts. Forest Science 46 (3): 397-409.
17. Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Editorial Científico – Técnica. Ciudad de la Habana. 384 p.
18. Bokob A. y Aldana E. (1981): Ordenación de Montes. Partes I y II. Unidad docente de Ingeniería Forestal. Centro Universitario de Pinar del Río. 134 p.
19. Burley, R. L. y Dell, T. R. 1971. Quantifying Diameter. Distribution with the Weibull Function. Forest Science. 97-104.
20. Caballero, M. 1972. Tablas y tarifas de volúmenes. Subsecretaría Forestal y de la fauna. Dirección general del inventario nacional forestal. México. DF. INF N 7 55 p.
21. Caballero, M. 1976. Diseños de inventarios. Actas de curso Finlandia de entrenamiento en inventario forestal. FAO. Roma. 452 p.
22. Cailliez, F. 1980. Estimación del Volumen forestal y predicción del rendimiento V 22 (1). Estimación del Volumen. Estudio FAO. Montes. Roma. 91 p.
23. Canavos, G. 1988. Probabilidad y Estadística; Aplicaciones y Métodos. Editorial McGraw-Hill. Primera Edición. D.F., México. 651 p.

24. Cao, Q. V.; Burkhart, H. E. y Max, T. A. 1980. Evaluation of two methods for cubic-volume prediction of loblolly pine to any merchantable limit. *Forest Science*. (26): 71-80.
25. Carron, L.T. 1968. An outline of forest mensuration with special reference to Australia. Australian National University. Canberra Press. 224 p.
26. CATIE (2004): Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Serie Técnica; Manual Técnico no. 56. Editora Lorena Orozco Vilchez. Turrialba. Costa Rica. 329p.
27. Cellini, J. M.; Martínez, G. P.; Wabö, E. y Lencinas, M. V. 2002. Modelos de perfil de tronco en *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser y su utilización en el cálculo del volumen total. Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET) - Argentina. Disponible en: http://www.inia.es/gcontrec/pub/cellini_1049 consulta: 4/01/2014.
28. Costas, R.; De Oliveira, A.; Teresczuch, M. y Weber, E. 2003. Funciones de forma para *Pinus taeda* L. en el Norte de Misiones. En: 10º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 7 p. (Disponible en CD.)
29. Costas, R.; Friedl, R. A.; González, J.; Fosco, I.; Kubsch, H. A. y Korth, S. M. 2006. Funciones de volúmenes del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. En: 12º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 10 p. (Disponible en CD.)
30. Crechi, E.; Friedl, R. A. y Fassola, H. E. 1997. Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
31. Crechi, E.; Fassola, H. E.; Friedl, R. A. 1998. Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus elliottii* V 1.0. INTA EEA Montecarlo. Facultad de Ciencias Forestales. 21 p.
32. Crechi, E.; Moscovich, F.; Fassola, H.; HampeL, H.; Domecq, C. y Maletti, C. 2004. Ecuaciones de volúmenes para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. INTAEEA-Montecarlo. Informe Técnico Nº 56. 12 p.

33. Cruz Pérez, Y. 2010. Metodología para la elaboración de estrategias de marketing forestal sostenible en Cuba. 106 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
34. Davis L.S., Johnson K.N, (1987). Forest management (3.^a edición). McGraw-Hill Book Company. New York, 790 pp.
35. DGCN (ed.); (2000). Estrategia Forestal Española. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria General Técnica. Madrid.
36. Diago Urfé, I., Suárez Sarría J.T. & González Suárez J.G. (2000): Informe al taller del Caribe sobre recolección y análisis de datos para la ordenación forestal sostenible. In FAO Workshop on Data Collection and Outlook Effort for Forestry in the Caribbean. Trinidad and Tobago, 21-25 February 2000.
37. Dubourdieu J., (1997). Manuel d'aménagement forestier. Offíce National des Forêts. Paris. 239 pp.
38. Dubourdieu J., Prieto A., López Quero M., (1993). Manual de ordenación de montes. Editorial Paraninfo. Madrid, 261 pp.
39. Duinker P.N., Nilsson S., Chipeta M.E., (1998). Las actividades forestales en favor del desarrollo sostenible y el suministro mundial de fibra. Unasylva, vol. 49, n.º 193, pp. 3-10.
40. FAO/IUFRO, (1975). Comité conjunto de bibliografía y terminología forestales. Roma.
41. FAO, (1991). Ordenación sostenible de los bosques tropicales. Anexo F. Informe del Comité de Desarrollo Forestal en los Trópicos. 10-13 de diciembre de 1991. Roma.
42. FAO. 1995. Sistemas de realización de la ordenación Forestal Sostenible. Roma, Italia. 292 p.
43. FAO (1997). Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible en Centroamérica. Informe de la reunión de expertos celebrada en Tegucigalpa, Honduras, 20-24 enero 1997. Rome, Italia, CCAD/FAO/CCAB-AP.34p.
44. FAO. 1998. Directrices para la Evaluación de los recursos Forestales en los Países Tropicales y Subtropicales, FRA. 2000. Documento 1 y 2. Roma. Italia.
45. FAO. 2002. Evaluación de los recursos forestales 2000. Capítulo 2 Volumen de madera y biomasa leñosa. Informe principal. Ediciones FAO. Roma. 468 p.

46. FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales. Volumen de madera y biomasa leñosa. Informe principal. Ediciones FAO. Roma. 400 p
47. Fassola, U.E.; Crechi, E.; Keller, A. y Barth, S 2006. Ecuaciones de forma variable para la estimación de diámetros a distintas alturas para *Eucalyptus grandis* cultivado en la Mesopotamia Argentina. XXI Jornadas Forestales de Entre Ríos.
48. Fernández, A. y Rodríguez, P. 2010. Metodología de cubicación de árboles en pie. Disponible en: <http://www.cesefor.com/cubifor> Consulta: 6/06/ 2010
49. Ferrere, P.; Fassola, H.; Fahler, J. y Crechi, E. 2001. Funciones de volúmenes totales, parciales y de forma en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Montecarlo, EEA Montecarlo. Informe Técnico N° 26.
50. García, O. 2010. El enfoque del espacio de estados en modelos de crecimiento. Universidad Austral de Chile.
51. Gezan, S. A.; Moreno, P. C. y Ortega, A. 2009. Modelos fustales para renovales de roble, raulí y coigüe en Chile. Disponible en: <http://www.scielo.php.htm>. Consulta: 21/01/2011.
52. Gómez, J.; (2002). Paisajes forestales e ingeniería de montes. En: F. Zoido et al. (coord.), Paisaje y ordenación del territorio: 237- 254. Junta de Andalucía y Fundación Duques de Soria. Sevilla.
53. González, O. 1981 Ordenación Forestal. Pueblo y Educación. La Habana. 160 p.
54. Gra, A. 1988. Estudio dasométrico en plantaciones de *Pinus caribaea* var *caribaea*. Distribución de frecuencia. Revista Baracoa. Vol. 22 (3): 89 – 95.
55. Gra, A.; Lockow, K.; Vidal, A.; Rodríguez, J.; Echeverría, M. y Figuerroa, C. 1990. Tablas de Volumen surtido y densidad del *Pinus caribaea* en plantaciones puras para Cuba. Informe etapa 509-09.24.
56. GRC. 1999. Ley Forestal, su reglamento y contravenciones. Habana. Gobierno de la República de Cuba.
57. Grün Technik (2003): Ordenación de Montes. Disponible en: <http://www.gruntechnik.com/ordenacionmontes.htm>. Consultado el 20/10/2013.
58. Hair, J. F.; Anderson, E.; Tatham, R. y Black, W. 1999. Analisis Multivariante. Prentice Hall. Universidad Autónoma de Madrid. Quinta edición. 798 p.

59. Henry, P. P. 2002. Perfeccionamiento de la cubicación de la madera en bolo de las principales especies de interés económico de la Ciénaga de Zapata. Cuba. 218 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Ecológicas.) Universidad de Pinar del Río.
60. Hohenadl, W. 1936. Die Bestandesmessung, 58, 114, pp. 51-69, Forstwissenschaft Zentralblatt.
61. Huffel G., (1904). Economie Forestière. Tome premier. Lucien Laveur, Éditeur. Paris.
62. Huffel G., (1907). Economie Forestière. Tome troisième. Lucien Laveur, Éditeur. Paris.
63. Husch, B. 1971. Planificación de un inventario forestal. FAO. Roma. 135 p.
64. Husch, B.; Miller, C. I. y Beers, T. W. 1982. Forest mensuration. Third Edition: Florida. Jhon Wiley and sons 402 p.
65. Jiménez, W. M. 1996. Composición y estructura de un Robledal y pautas silviculturales para su manejo. Bosques tropicales montanos. Revista forestal Centroamericana. (17): 38 – 46.
66. Kometter, R. 1996. Evaluación y manejo de los recursos forestales de la Región Continental de Guine Ecuatorial. Proyecto EQG 87/005. FAO. Italia. 61 p.
67. Kosak, A. 1969. Taper functions and their applications in forest inventory. Forestry Chronicle 45 (4): 278-283.
68. Kozak, A.; Munro, D. y Smith, J. 1969. Taper functions and their application in forest inventory. Forestry Chronicle 45 (4): 278-283.
69. Kozak, A. 1997. Effects of multicollinearity and autocorrelation on the variable-exponent taper equations. Canadian Journal of Forest Research (27): 619-629.
70. Kozak, A. 2003. Does cross validation provide additional information in the evaluation of regression models. Canadian Journal of Forest Research (33): 976 – 987.
71. Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce, and birch. Commun. Inst. For. Fenn. 108. p.
72. Lamprecht, H. 1993. Silviculture in the Tropical Natural forest. En. Tropical Forestry Handbook. Tomo I. Springer – Verlag. Berlin.

73. Leslie, A. J. 1995. Ordenación sostenible de los bosques húmedos tropicales para la producción de madera. En: Estudio FAO, Roma, No. (122). 292 p.
74. Letourneau, F. y Andenmatten, E. 2000. Curvas de perfil de fuste, para la estimación de diámetros con corteza a distintas alturas, para Pino Ponderosa (*Pinus ponderosa* (Dougl) Laws.) Comunicación Técnica N° 13. Área Forestal Silvicultura. Informe Técnico 13 p.
75. Ljungman, L.; Dubé, C y A. Contreras (1998) Documento Informativo sobre Antecedentes de Valoración de Bosques.
76. Lockow, K. W.; Hafemann, E. y Gra, H. 1982. Schaftholzvolumen und Schaftholzformzahltafel für *Pinus caribaea* (Morelet) auf Kuba. Beiträge für den Forstwirtschaft heft (2): 87 - 89.
77. Loetsch, F.; Zöhrer, F. y Haller, K. E. 1973. Forest Inventory. 2 ed., Munich. BLV Verlagsgesellschaft München. Vol. II 469 p.
78. Lores, Y.; Aldana, E. y Padilla, G. 2010a. Factores diamétricos y volumétricos de formas y tabla de volumen de la especie *Calophyllum antillanum* Britton Revista Forestal Baracoa Digital. Vol Especial (29) – ISSN 2078 – 7235. 14 p.
79. Lores, Y.; Aldana, E. y García, I. 2010_b. Estudio preliminar del comportamiento de los índices dendrométricos de *Andira inermis* (SW) H:B:K. en bosques pluvisilvas y pluvisilvas de montaña de la EFI Baracoa, Provincia Guantánamo, Cuba. Revista Forestal Baracoa Digital. Vol Especial (29) –ISSN 2078 – 7235. 11 p.
80. Lores, y. 2013. Tablas dendrométricas y dasométricas de *Calophyllum antillanum* Britton, *Carapa guianensis* Aubl. y *Andira inermis* Sw. en bosques pluvisilvas de montaña de Baracoa, provincia Guantánamo. 99 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
81. Machado, G. 2002. Diseño de Inventario Forestal continuo para la ordenación sostenible de los bosques pluvisilvas de montañas en Guantánamo. 102 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
82. Mackay, E. 1944. Fundamentos y métodos de la ordenación de montes. Primera parte. Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Madrid, 336 pp.

83. Mackay, E. 1949. Fundamentos y métodos de la ordenación de montes. Segunda parte. Escuela Especial de Ingenieros de Montes. Madrid, 768 pp.
84. Maddala, G. 1996. Introducción a la Econometría. Edición: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. Segunda Edición. México D.F., 715 p.
85. Madrigal, A. 1994. Ordenación de montes arbolados. Colección Técnica, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (ICONA). España. 375 p.
86. Maffei S.F. (2005): Proyecto de manejo integral sostenible de la unidad de manejo Los Jazmines de la Unidad Silvícola San Vicente EFI Viñales. Trabajo de Diploma. Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba. 73p
87. Malleus, O. J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima., 440 p.
88. Max, T. y Burkhart, H. 1985. Segmented polynomial regression applied to taper equation. For. Sci. 22 (3). 12 p.
89. Mejia, V. O. 1996. Aplicación y evaluación de eficiencia inicial y los costos de dos tratamientos Silviculturales de un bosque muy húmedo tropical pantanoso en Limón. Costa Rica. CATIE. Turrialba.
90. MINAGRI. 1971. Ordenación de montes arbolados. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Madrid. 118 pp.
91. MINAGRI 2006. Programa Nacional Forestal, República de Cuba hasta el Año 2015; Ministerio de la Agricultura. Dirección Nacional Forestal. La Habana. Cuba.
92. MINAGRI. 2013. Dirección provincial del Servicio Estatal Forestal. Dinámica Forestal de la provincia Granma. 12 p.
93. Montaña, A. y Eremeev A. 1977. Métodos para determinar los volúmenes de madera en los bosques de Cuba. Revista Baracoa. Vol 5 (20): 83 -90.
94. Návar, J.; Domínguez, P. A.; Contreras, J. C. y Estrada, M. 1997. Ajuste de siete modelos de ahusamiento a los perfiles fustales de *Pinus hartwegii* Lindl. del Noreste de México. Agrociencia (31): 73-81.
95. Neira M., Martínez Mata F., (1968). Terminología forestal. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
96. Novo, N.; Rojo, A.; Álvarez, J. G. 2003. Funciones del perfil del fuste y tarifas de cubicación con clasificación de producto para *Pinus silvestrys*, Galicia España. Universidad de Santiago de Compostela. 16 p.

97. Olazabal L., (1883). Ordenación y Valoración de montes. Imprenta de Moreno y Rojas. Madrid, 511 pp.
98. Orquin, J. E. 1987. Nuevo método para la estimación de volúmenes y surtidos de árboles en pie. Instituto de Investigación Forestal. 11 p.
99. Ostle, B. 1973. Estadística Aplicada; Técnicas de la Estadística Moderna, Cuando y Donde aplicarlas. Editorial Limusa. Tercera Reimpresión. México D. F., 629 p.
100. Ott, R. L. y Longnecker, M. 2001. An introduction to statistical methods and data analysis. Fifth Edition. Duxbury. Pacific Grove, USA. 1152 p.
101. Padilla, G. 1999. Tablas dasométricas para plantaciones de *Pinus tropicalis* Morelet. 90 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
102. Pardé, J. y Bouchonh, J, 1994. Dasometría. 2da Reimpresión. Versión española. Editorial Paraninfo. Madrid. 382 p.
103. Pece, M. G.; Gaillard de Benítez, C.; de Galíndez, M. J. y Ríos, N. A. 2002. Tabla de volumen de doble entrada para álamos de la zona de riego de Santiago del Estero, Argentina. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales. (009): 95-105.
104. Pedroni, L; Camino R de. (2001): Un marco lógico para la formulación de estándares de manejo forestal sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 37p. (Serie Técnica. Informe Técnico no 317).
105. Pellico, S. y Brena, A.D. 1997. Inventario Forestal. Datos Internacionales de cámara brasileira do libro, Volumen I. Curitiba. 316 p.
106. Peñalver, A. 1987. Estudio de la forma del fuste del *Eucalyptus* sp. Informe de Investigación. Facultad Forestal. Universidad de Pinar Del Río.
107. Peñalver, A. 1991. Estudio de crecimiento y rendimiento de las plantaciones de *Eucalyptus* sp de la provincia de Pinar del Río. 101 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). UPR. "Hermanos Saiz Montes de Oca".
108. Prieto, A. Hernando, A. 1995. Tarifas de cubicación e inventarios por ordenador. Editorial: Fundación conde del Valle de Salazar, España. 274 p.
109. Prieto, A y López Quero, M. 1993. Manual de Ordenación Forestal. Versión Española el manual D'amenagement. Editorial Paraninfo S. A. 261 p.

110. Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F. y Real, P. 1997. Mensura Forestal. Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible. San José. 586 p
111. Real, P. 1993. Funciones de ahusamiento, Zonas 1, 2, 4, 6 y 7. Proyecto Modelo Nacional de Simulación de Pino radiata. Fundación Chile, Documento de trabajo No 14. 25 p.
112. Reniker, 1973. Determinación de longitudes de turno (criterios financieros). Ciencia Forestal. Vol 9 (47): 21 – 47.
113. Rentería, J. B.; Ramírez, H. y Zamudio, F. J. 1995. Estimación de volumen comercial de *Pinus cooperi* blanco mediante modelos de ahusamiento en Durango. II Congreso de Mexicano sobre Recursos Forestales. Resumen de ponencias. Desarrollo sustentable redefiniendo el papel de los recursos forestales. Montecillo, México. 91 p.
114. Rodríguez, F. y Molina, C. 2003. Análisis de modelos de perfil del fuste y estudio de la cilindridad para tres clones de chopo (*Populus xeuramericana*) en Navarra. Invest. Agrar: Sist. Recur. For. 12 (3): 73-85.
115. Rodríguez, P. E. 2009. Proyecto de ordenación y desarrollo de la Economía Forestal en la Empresa Forestal Integral Baracoa año (2008 – 2017) 56 p.
116. Ruiz Dana J.M., (1993). Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y Comunicaciones. Tomo IV, pp. 9-13.
117. Salas, C. 2002. Ajuste y validación de ecuaciones de volumen para un relicto del bosque de Roble-Laurel-Lingue. Bosque 23 (2): 81-92.
118. Samek, V. 1974. Elementos de silvicultura de los pinares. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana 102 p.
119. Schlaepfer, R., A. Schuler, (1987). Cours “Amenagements des Forêts I a IV”. IRFB, EPFZ.
120. Seip H.K., (1996). Forestry for human development: a global imperative. Oslo, Scandinavian University Press.
121. Tolosana, E. 1987. Desarrollo de funciones del perfil del fuste de volumen para la cubicación de árboles y de tarifas con clasificación de productos, E. T. S. Ing De Montes, Madrid. 120 p.

122. Torres, J. M.; Magaña, T. y Valles, G. 1993. Funciones de ahusamiento para 8 especies forestales del Estado de México. I Congreso Mexicano de Recursos Forestales, Resumen de Ponencias. Saltillo, Coahuila. 109 p.
123. Vericat, P y Piqué, M (2007). Utilización del método de ordenación por rodales para compatibilizar la gestión forestal y la conservación de la biodiversidad. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 21: 125-133.
124. Villanueva, J. A. 1985. El inventario forestal, una valiosa técnica para el mejor uso, conservación y disfrute de la naturaleza. Montes, España. (7): 38 – 42.
125. Zaldívar, A. 2001. Tablas dasométricas para plantaciones de *Hibiscus elatus* en la provincia de pinar del Río. 100 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.
126. Zepeda, M. 1993. Sistemas de cubicación para *Pinus patula* Schl, Cham; de Perote, Veracruz. 12 p.
127. Zöhrer, F. 1980. Forstinventur – ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. 207 p.

Anexo 1. Clases diamétricas en que se encuentra cada individuo.

CD	Rango	CD	Rango
2	1,1 - 3	42	41,1 - 43
4	3,1 - 5	44	43,1 - 45
6	5,1 - 7	46	45,1 - 47
8	7,1 - 9	48	47,1 - 49
10	9,1 - 11	50	49,1 - 51
12	11,1 - 13	52	51,1 - 53
14	13,1 - 15	54	53,1 - 55
16	15,1 - 17	56	55,1 - 57
18	17,1 - 19	58	57,1 - 59
20	19,1 - 21	60	59,1 - 61
22	21,1 - 23	62	61,1 - 63
24	23,1 - 25	64	63,1 - 65
26	25,1 - 27	66	65,1 - 67
28	27,1 - 29	68	67,1 - 69
30	29,1 - 31	70	69,1 - 71
32	31,1 - 33	72	71,1 - 73
34	33,1 - 35	74	73,1 - 75
36	35,1 - 37	76	75,1 - 77
38	37,1 - 39	78	77,1 - 79
40	39,1 - 41	80	79,1 - 81

Anexo 2. Mediciones por secciones de los árboles de muestra.

Ni	D1,3	D1/2	D4m	Db	Df	Hf	Ht	VrT	Gt	G1,3
1	53	24,4	45	69	5	22	24	1,895	5,703	0,220
2	34	22,8	29,3	42	7,5	23	24	0,992	2,990	0,090
3	34	22,9	28,5	38	10,1	19	19,3	0,779	2,338	0,090
4	41,3	30,4	35,3	47,5	20	14	14,3	1,071	3,221	0,133
5	41,5	27,3	34	46	12,6	20	20,3	1,251	3,738	0,135
6	33,5	21	30	35	5,4	22	24	0,923	2,767	0,088
7	28,9	15,5	24	34,9	4,9	18	21	0,524	1,574	0,065
8	17,6	13,1	15,5	21,4	6	16	16,3	0,222	0,667	0,024
9	20,1	14,6	18	23	5	17	20	0,317	0,957	0,031
10	19,4	13,1	17,1	21,2	4,2	20	22	0,302	0,906	0,029
11	23,5	12,7	16,8	26	5,7	16	17	0,265	0,809	0,043
12	20,9	12	19	23,2	4,8	16	19	0,286	0,868	0,034
13	38	10,1	23	38	5,3	15	20	0,426	1,285	0,113
14	20,5	13,3	17,6	21,5	5,8	20	23	0,341	1,027	0,033
15	18,3	13	16,5	21	5,6	18	20	0,265	0,799	0,026
16	20,1	13,8	17,2	21,1	4,1	17	19	0,282	0,850	0,031
17	17,8	12,8	14,9	20	5,8	15	15,3	0,197	0,590	0,024
18	19,3	12,4	17,5	20,4	5,7	20	23	0,320	0,960	0,029
19	15	11	13,4	16,7	6	14	15	0,149	0,447	0,017
20	21,9	16	20	27,5	4,9	20	22	0,412	1,236	0,037
21	20,6	16,8	18,9	22,4	6,4	15	15,3	0,305	0,924	0,033
22	18,1	12	15	21	4,5	16	18	0,218	0,660	0,025
23	21,2	13,5	19,2	24,4	4,7	19	22	0,351	1,056	0,035
24	18,7	14,5	16,4	21,0	3	15	16,80	0,219	0,668	0,027
25	21,5	13,9	18,1	22,7	3,5	15	17	0,253	0,765	0,036
26	8,5	6,5	7,1	10	2,5	10	10,8	0,034	0,102	0,005
27	6,4	4,9	4,9	7,2	1,9	8	8,4	0,014	0,045	0,003
28	8,2	6,1	6,1	9	2,3	8	9,1	0,023	0,072	0,005

29	8,2	6,3	7,8	10,1	2,9	7	8,6	0,022	0,069	0,005
30	9,5	7,5	8,5	10,5	4,1	6,3	9,9	0,028	0,091	0,007
31	7,5	6,1	6,5	9,2	2,2	10	12,5	0,027	0,086	0,004
32	6,1	5,5	6,4	7,5	2,9	5,6	8,3	0,012	0,037	0,002
33	19,3	12,7	16,9	22,1	5,3	12	15	0,203	0,606	0,029
34	23,5	15	19	25	11,8	10,4	14,4	0,271	0,839	0,043
35	21,8	16,1	20	24,1	10,8	13	16,2	0,290	0,881	0,037
36	19,4	13,9	17,7	21,7	11	10	14,5	0,215	0,654	0,029
37	24	20,4	22,5	27	14,6	10	13	0,328	1,014	0,045
38	19,5	14	17	23,9	6,3	14	17,3	0,248	0,746	0,029
39	15,1	9,3	12,5	16,6	6,2	11,35	15,35	0,122	0,375	0,017
40	17,8	10	14,9	18,3	7,3	10,6	16,2	0,160	0,486	0,024
41	7,1	4,5	6	8,5	6	3	11,75	0,012	0,037	0,003
42	29,5	18,8	27	36,5	11,3	21	26	0,765	2,314	0,068
43	12,1	7,6	8,9	12,7	6,4	7	12	0,054	0,162	0,011
44	15,2	10,4	12,4	15,8	6,7	9	11,5	0,097	0,294	0,018
45	13,5	10,4	12	15,7	6,8	8	11,2	0,084	0,254	0,014
46	11,5	8	9,4	14,4	8	4,8	9,5	0,044	0,138	0,010
47	9,1	6	7,3	12,2	5,4	5	8,5	0,026	0,081	0,006
48	27,2	18,6	25,3	34,5	6	20,75	24,8	0,660	1,996	0,058
49	12,5	9,2	11,1	14,6	7,8	10	14,4	0,087	0,262	0,012
50	5,8	3,4	4,8	7	3,2	5	9,3	0,010	0,032	0,002

Anexo 3. Modelos probados para el fuste, perfil del fuste y la masa

Modelos probados para el fuste		
No	Autor	Modelos matemáticos de simple entrada
1	Kopezky-Gehrhardt	$v = b_0 + b_1 g^{b_2}$
2	Dissescu – Meyer	$v = b_1 d + b_2 d^2$
3	Hohenadl – Krenn	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
4	Berkhout	$v = b_0 d^{b_1}$
5	Hummel y Meyer 1953	$\log v = b_0 + b_1 \log d$
6	Brenao	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \frac{1}{d}$
7	Hummel	$v = b_0 + b_2 g$
8	Manosalva 1995 1	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^{0.5}$
9	Manosalva 1995 2	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \frac{1}{\log d}$
10	Manosalva 1995 3	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \frac{1}{\log(d^2)}$
		Modelos matemáticos de doble entrada
11	Spurr 1952	$v = b_0 + b_1 d^2 h$
12	Schumacher Hall	$v = b_0 d^{a_1} h^{a_2}$
13	Honner	$v = \frac{d^2}{b_0 + b_1 \frac{1}{h_1}}$
14	Ogaya 1	$v = d^2 (b_0 + b_1 h)$
15	Stoate	$v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$
16	Takata	$v = \frac{d^2 h}{b_0 + b_1 d}$

Anexo 3. (Continuación).

No	Autor	Modelos matemáticos de doble entrada
17	Logarítmico Spurr	$\log v = b_0 + b_1 \log(d^2 h)$
18	Meyer	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h + b_5 h$
19	Schumacher Hall	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$
		Modelos matemáticos de triple entrada
20	Spurr 1	$v = b_0 + b_1 k_i (d^2 h)$
21	Spurr 2	$v = b_0 + b_1 k_i + b_2 (d^2 h) + b_3 k_i (d^2 h)$
22	Scheffel	$v = d^2 h \left(b_0 + b_1 + b_2 \frac{1}{k_i h} \right)$
23	Ogaya 2	$v = b_0 + b_1 d_{1/2ht} + b_2 (dh)$
24	Spurr	$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 \log d_i$
25	Spurr	$\log v = b_0 + b_1 \log(d_i dh)$
26	Ogaya 3	$v = b_0 + b_1 d_{1.30} d_i h$
27	Salas 2002 1	$v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h^2 + b_3 d_i^2$
28	Salas 2002 2	$v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h^2 + b_3 h^3 + b_4 d_i^2$
29	Salas 2002 3	$d^2 / v = b_0 + b_1 \log h + b_2 \log d_i + b_3 d^2 h$
30	Salas 2002 4	$\log v = b_0 + b_1 \log d_i + b_2 \log h + b_3 d^2 h$
		Otros modelos matemáticos de simple entrada según variables correlacionadas
31	Lineal VrT=f(x)	$Vrt = b_0 + (b_1 * x)$
32	Logarítmica	$\log(Vrt) = b_0 + (b_1 * \log(x))$
33	Inverso rT=f(x)	$Vrt = b_0 + (b_1 / x)$

Anexo 3. (Continuación).

No	Autor	Otros modelos matemáticos de simple entrada según variables correlacionadas
34	Cuadrático $VrT=f(x)$	$Vrt = b_0 + (b_1 * x) + (b_2 * x^2)$
35	Cúbico $VrT=f(x)$	$Vrt = b_0 + (b_1 * x) + (b_2 * x^2) + (b_3 * x^3)$
36	Potencia $VrT=f(x)$	$\log(Vrt) = \log(b_0) + b_1 * \log(x)$
37	Compuesto $VrT=f(x)$	$\log(Vrt) = x(b_0) + (\log(b_1) * (x))$
38	S $VrT=f(x)$	$\log(Vrt) = b_0 + (b_1 / x)$
39	Logístico $VrT=f(x)$	$\log(1/Vrt * 1/u) = (\log b_0 + (\log(b_1) * x))$
40	Crecimiento $VrT=f(x)$	$\log(Vrt) = b_0 + (b_1 * x)$
41	Exponencial $VrT=f(x)$	$\log(Vrt) = \log(b_0) + (b_1 * x)$
<p>b_0, b_1, b_2, b_3 a_1, a_2: coeficientes de regresión.</p> <p>El modelo logístico cuya ecuación es $\ln(1/Y - 1/u) = \ln(b_0 + (\ln(b_1) * t))$ donde u es el valor del límite superior. Tras seleccionar Logístico.</p> <p>Para los modelos del 31 al 41 la variable (x) corresponde a cada una de las variables independientes correlacionadas, cada uno de estos modelos se ensayó con $Vrt = f(Gt; Db; d_{1.3}; d_{1/2}; G_{1.3} \text{ y } Ac)$.</p>		

Anexo 3. (Continuación).

Modelos probados para el perfil del fuste con y sin corteza		
No	Autor	Modelos
42	Kozak 1998	$dcc = a_1 * DAP^{a_2} * a_3^{DAP} * \left[\frac{(1 - \sqrt{Z})}{(1 - \sqrt{P})} \right]^c$
43	Max y Burkhart	$dcc = DAP * \left[b_1 * (z - 1) + b_2 * (z^2 - 1) + b_3 * (a^1 - z)^2 l_1 + b_4 * (a_2 * z)^2 * l_2 \right]^{0.5}$
44	Muhairwe 1993	$dcc = a_1 * DAP^{a_2} * a_3^{DAP} * [1 - \sqrt{Z}]^c$
45	Muhairwe 1999	$dcc = a_1 * DAP^{a_2} * [ap / h]^c$
46	Cuadrático	$\frac{d_{icc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{h_t} \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^2$
47	Cúbico	$\frac{d_{icc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{h_t} \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^3$
48	Cuadrático	$\frac{d_{icc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\left(\frac{h_i}{h_t} \right) - 1 \right) + b_2 \left(\left(\frac{h_i}{h_t} \right) - 1 \right)^2$
49	Cúbico	$\frac{d_{icc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\left(\frac{h_i}{h_t} \right) - 1 \right) + b_2 \left(\left(\frac{h_i}{h_t} \right) - 1 \right)^2 + b_3 \left(\left(\frac{h_i}{h_t} \right) - 1 \right)^3$
50	Cuadrático	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right)^2$
51	Cúbico	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right)^3$
52	Cuadrático	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right)^2$
53	Cúbico	$\frac{d_{cc}}{d_{1.30}} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right)^3$

Anexo 3. (Continuación).

Modelos probados para el perfil del fuste con y sin corteza		
No	Autor	Modelos
54	Cuadrático	$\frac{d_{cc}}{H_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{h_t} \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^2$
55	Cúbico	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{h_t} \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^3$
56	Cuadrático	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{h_t} - 1 \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{h_t} - 1 \right)^2$
57	Cúbico	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i}{h_t} - 1 \right) + b_2 \left(\frac{h_i}{h_t} - 1 \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_i}{h_t} - 1 \right)^3$
58	Cuadrático	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right)^2$
59	Cúbico	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_i - 1.30}{h_t - 1.30} \right)^3$
60	Cuadrático	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right)^2$
61	Cúbico	$\frac{d_{cc}}{h_t} = b_0 + b_1 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right) + b_2 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right)^2 + b_3 \left(\frac{h_t - h_i}{h_t - 1.30} \right)^3$
b ₀ , b ₁ , b ₂ , b ₃ a ₁ , a ₂ a ₃ : coeficientes de regresión.		

Anexo 3. (Continuación).

Modelos probados para la masa con Vrt y Vct como variables dependientes	
N ₀	Modelo
62	$V = b_0 + b_1 G$
63	$V = b_0 + b_1 G^2$
64	$V = b_0 + b_1 (G * N)$
65	$V = b_0 + b_1 (G * H_{med})$
66	$V = b_0 + b_1 (G * H_{dom})$
67	$V = b_0 + b_1 (G^2 * H_{dom})$
68	$V = b_0 + b_1 G + b_2 G^2$
69	$V = b_0 + b_1 G H_{med} + b_2 (G H_{med})^2$
70	$V = b_0 + b_1 G + b_2 H_{med} + b_3 (G * H_{med})$
71	$V = b_0 + b_1 G + b_2 H_{dom} + b_3 (G * H_{dom})$
72	$V = b_0 + b_1 N$
73	$V = b_0 + b_1 (N * H_{med})$
74	$V = b_0 + b_1 D_{med}$
75	$V = b_0 + b_1 (D_{med})^2$
76	$V = b_0 + b_1 ((D_{med})^2 * H_{med})$
77	$\log v = b_0 + b_1 \log G$
78	$\log v = b_0 + b_1 \log G^2$
79	$\log v = b_0 + b_1 \log (G * N)$
80	$\log v = b_0 + b_1 \log (G^2 * N)$
81	$\log v = b_0 + b_1 \log (G^2 * H_{med})$
82	$\log v = b_0 + b_1 \log (G^2 * H_{dom})$

83	$\log v = b_0 + b_1 \log(G * H_{med})$
84	$\log v = b_0 + b_1 \log(G * H_{dom})$
85	$\log v = b_0 + b_1 \log((D_{med})^2 * H_{med})$
86	$\log v = b_0 + b_1 \log(N * D_{med})$
87	$\log v = b_0 + b_1 \log G + b_2 \log H_{med}$
b ₀ , b ₁ , b ₂ , b ₃ : coeficientes de regresión	

Anexo 4. Nomenclaturas utilizadas en los modelos de regresión para el fuste, perfil del fuste y la masa.

Nomenclaturas utilizadas en los modelos de regresión para el fuste

$V_{rT} = V$ = Volumen real total del fuste o las ramas

d = Diámetro normal a 1.30 metros del suelo

d_{1m} = Diámetro normal a 1 metro de la base de la rama

d_i = Diámetro a una altura relativa del fuste ($d_{1/2ht}$ o d_b)

$d_{1/2ht}$ = Diámetro a un medio de la altura total del árbol o de la rama

d_b = Diámetro en la base del fuste o la rama

h_f = Altura del fuste (definida como la altura de fin de aprovechamiento maderable del árbol)

h_t = Altura total del árbol o la rama

g_t = Área basal total del fuste

$g_{1.30}$ = Área basal correspondiente al diámetro a 1.30

d_f = Diámetro en la parte más fina del fuste o de la rama

C = Conicidad

L_c = Longitud de la copa

A_c = Ancho de copa

K_i = factor diamétrico de forma artificial que tiene como valor $d_b/d_{1.3}$

$K_{0.5}$ = factor diamétrico de forma artificial que tiene como valor $d_{1/2ht}/d_{1.3}$

Nomenclaturas utilizadas en los modelos de regresión para perfil del fuste

d_{icc} = Diámetro con corteza en cada una de las mediciones de las trozas

Anexo 6.(continuación)

d_{isc} = Diámetro sin corteza en cada una de las mediciones de las trozas

V_{fcc} = Volumen total con corteza del fuste (m^3)

V_{fsc} = Volumen total sin corteza del fuste (m^3)

$d_{1.30}$ = Diámetro normal a 1.30 metros del suelo

$d_{1/2ht}$ = Diámetro a un medio de la altura total del árbol para el perfil del fuste

h_f = Altura de fuste (definida como la altura de fin de aprovechamiento maderable del árbol)

h_t = Altura total del árbol

h_i = Altura correspondiente a cada diámetro en cada una de las mediciones de las trozas

Anexo 4. (Continuación).

Z = Altura relativa (h_i/h_t).

P = Punto de inflexión donde la base del tronco cambia de forma neiloide a paraboloides, que se sitúa a una altura que es un porcentaje de h_t , utilizándose para este trabajo un valor de 0,25 (Muhairwe, 1999).

A_p = Altura de medición del diámetro a (1.30 m)

F = Factores de forma determinado en este trabajo

e = Constante de Euler

I_1 y I_2 = Son coeficientes que se encuentran condicionados a los valores de a_1 , a_2 y Z de la siguiente manera:

$I_1 = 1$ si $a_1 - Z \geq 0$ $I_1 = 0$ si $a_1 - Z < 0$

$I_2 = 1$ si $a_2 - Z \geq 0$ $I_2 = 0$ si $a_2 - Z < 0$

AB = Área basal o basimétrica (m^2).

Nomenclaturas utilizadas en los modelos de regresión para la masa

V_{rt} = Volumen real total en (m^3/ha)

V_{ct} = Volumen comercial total en (m^3/ha)

D = Diámetro promedio normal a 1.30 metros del suelo en (cm))

H_{med} = Altura total promedio del árbol en (m)

H_c = Altura comercial del árbol dada por la tres cuarta parte de la altura total en (m)

G = Área basal o basimétrica en (m^2/ha).

N = Número de árboles total (N_i/ha)

H_{dom} = Altura dominante en (m)

G^2 = Área basal o basimétrica al cuadrado

D^2 = Diámetro promedio normal a 1.30 metros del suelo al cuadrado

Anexo 5. Factores diamétricos y volumétricos de forma del fuste

No. árbol	d_{1,3} (cm)	d_{1/2ht} (cm)	h_f (m)	h_t (m)	V_r (m³)	g (m²)	V_{cilindro} (m³)	f	K_{0.5}
1	53	24,4	22	24	1,893	5,696	5,295	0,35	0,46
2	34	22,8	23	24	0,990	2,982	2,179	0,45	0,67
3	34	22,9	19	19,3	0,779	2,339	1,752	0,44	0,67
4	41,3	30,4	14	14,3	1,071	3,221	1,916	0,55	0,74
5	41,5	27,3	20	20,3	1,252	3,738	2,746	0,45	0,66
6	33,5	21	22	24	0,922	2,763	2,115	0,43	0,63
7	28,9	15,5	18	21	0,522	1,567	1,378	0,37	0,54
8	17,6	13,1	16	16,3	0,222	0,667	0,397	0,56	0,74
9	20,1	14,6	17	20	0,316	0,954	0,635	0,49	0,73
10	19,4	13,1	20	22	0,300	0,902	0,650	0,46	0,68
11	23,5	12,7	16	17	0,264	0,803	0,737	0,35	0,54
12	20,9	12	16	19	0,284	0,860	0,652	0,43	0,57
13	38	10,1	15	20	0,423	1,273	2,268	0,18	0,27
14	20,5	13,3	20	23	0,338	1,015	0,759	0,44	0,65
15	18,3	13	18	20	0,261	0,789	0,526	0,49	0,71
16	20,1	13,8	17	19	0,281	0,847	0,603	0,46	0,69
17	17,8	12,8	15	15,3	0,197	0,590	0,381	0,51	0,72
18	19,3	12,4	20	23	0,317	0,949	0,673	0,47	0,64
19	15	11	14	15	0,147	0,442	0,265	0,55	0,73
20	21,9	16	20	22	0,410	1,230	0,829	0,49	0,73
21	20,6	16,8	15	15,3	0,306	0,924	0,510	0,60	0,82
22	18,1	12	16	18	0,217	0,654	0,463	0,46	0,66
23	21,2	13,5	19	22	0,349	1,049	0,777	0,44	0,64
24	18,7	14,5	15	16,80	1,153	3,472	3,067	0,37	0,80
25	21,5	13,9	15	17	0,102	0,315	1,036	0,09	0,79
26	8,5	6,5	10	10,8	0,221	0,668	0,461	0,47	0,78
27	6,4	4,9	8	8,4	0,236	0,722	0,567	0,41	0,84

28	8,2	6,1	8	9,1	0,229	0,716	0,603	0,38	0,89
29	8,2	6,3	7	8,6	0,017	0,053	0,038	0,45	0,87
30	9,5	7,5	6,3	9,9	0,011	0,034	0,020	0,56	1,05
31	7,5	6,1	10	12,5	0,018	0,056	0,036	0,51	0,89
32	6,1	5,5	5,6	8,3	0,254	0,766	0,617	0,41	0,65
33	19,3	12,7	12	15	0,034	0,103	0,061	0,55	0,76
34	23,5	15	10,4	14,4	0,011	0,043	0,032	0,33	0,71
35	21,8	16,1	13	16,2	0,021	0,070	0,046	0,45	0,96
36	19,4	13,9	10	14,5	0,015	0,046	0,027	0,56	0,77
37	24	20,4	10	13	0,024	0,073	0,048	0,50	0,74
38	19,5	14	14	17,3	0,023	0,070	0,045	0,50	0,77
39	15,1	9,3	11,35	15,35	0,029	0,092	0,070	0,41	0,79
40	17,8	10	10,6	16,2	0,028	0,086	0,055	0,51	0,81
41	7,1	4,5	3	11,75	0,012	0,038	0,024	0,51	0,90
42	29,5	18,8	21	26	0,012	0,037	0,047	0,43	0,63
43	12,1	7,6	7	12	0,765	0,314	1,777	0,39	0,68
44	15,2	10,4	9	11,5	0,054	0,162	0,138	0,46	0,77
45	13,5	10,4	8	11,2	0,097	0,294	0,208	0,52	0,69
46	11,5	8	4,8	9,5	0,084	0,254	0,098	0,45	0,63
47	9,1	6	5	8,5	0,044	0,138	0,055	0,48	0,65
48	27,2	18,6	20,75	24,8	0,026	0,081	1,441	0,45	0,68
49	12,5	9,2	10	14,4	0,660	1,996	0,176	0,49	0,73
50	5,8	3,4	5	9,3	0,087	0,262	0,024	0,43	0,58
promedios								0,46	0,68

Anexo 6. Bondad de ajuste de los modelos seleccionados para el perfil del fuste.

Resumen del modelo Cuadrático $dicc/D1.3 = Hi/ht$

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,930	0,865	0,864	0,093

La variable independiente es HisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	116,622	2	58,311	6688,481	0,000
Residual	18,273	2096	0,009		
Total	134,895	2098			

La variable independiente es HisHt.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig. Error típico
	B	Error típico	Beta	B	
HisHt	-0,690	0,029	-0,719	-23,640	0,000
HisHt ** 2	-0,208	0,029	-0,216	-7,114	0,000
(Constante)	1,061	0,006		170,299	0,000

Cubico dicc/D1.3 = Hi/ht

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,933	0,871	0,871	0,091

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	117,487	3	39,162	4713,174	0,000
Residual	17,408	2095	,008		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-1,356	0,071	-1,414	-19,042	0,000
HisHt ** 2	1,434	0,163	1,490	8,774	0,000
HisHt ** 3	-1,096	0,107	-1,056	-10,206	0,000
(Constante)	1,121	0,008		132,877	0,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with HisHt from CURVEFIT, MOD_2 QUADRATIC	2099	-0,43581	0,32103	0,00000	0,09332631	0,009
Error for diccsD1.3 with HisHt from CURVEFIT, MOD_2 CUBIC	2099	-0,44423	0,38118	0,00000	0,09108932	0,008
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3 = Hi/hf

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,898	0,807	0,807	0,112

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	108,826	2	54,413	4374,982	0,000
Residual	26,069	2096	0,012		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-0,878	0,015	-1,097	-60,406	0,000
HisHf ** 2	0,125	0,009	0,245	13,484	0,000
(Constante)	1,112	0,006		195,189	0,000

Cubico dicc/D1.3 = Hi/hf

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,902	0,814	0,814	0,109

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	109,842	3	36,614	3061,709	0,000
Residual	25,053	2095	0,012		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-0,605	0,033	-0,756	-18,398	0,000
HisHf ** 2	-0,195	0,036	-0,382	-5,433	0,000
HisHf ** 3	0,072	0,008	0,392	9,214	0,000
(Constante)	1,066	0,008		141,318	0,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with HisHf from CURVEFIT, MOD_3 QUADRATIC	2099	-0,44819	0,54692	0,00000	0,11146968	0,012
Error for diccsD1.3 with HisHf from CURVEFIT, MOD_3 CUBIC	2099	-0,46536	0,58525	0,00000	0,10927737	0,012
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3 = Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,930	0,865	0,864	0,093

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	116,622	2	58,311	6688,481	0,000
Residual	18,273	2096	0,009		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,106	0,031	-1,154	-35,264	0,000
HisHtm1 ** 2	-0,208	0,029	-0,233	-7,114	0,000
(Constante)	0,163	0,007		21,892	0,000

Cubico dicc/D1.3 = Hi/ht-1**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,933	0,871	0,871	0,091

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	117,487	3	39,162	4713,174	0,000
Residual	17,408	2095	0,008		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,776	0,072	-1,852	-24,523	0,000
HisHtm1 ** 2	-1,855	0,164	-2,072	-11,321	0,000
HisHtm1 ** 3	-1,096	0,107	-1,178	-10,206	0,000
(Constante)	0,103	0,009		11,006	0,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_4 QUADRATIC	2099	-,43581	0,32103	0,00000	0,09332631	0,009
Error for diccsD1.3 with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_4 CUBIC	2099	-0,44423	0,38118	0,00000	0,09108932	0,008
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3 = Hi/hf-1**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,898	0,807	0,807	0,112

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	108,826	2	54,413	4374,982	0,000
Residual	26,069	2096	0,012		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-,628	0,010	-,784	-63,480	0,000
HisHfm1 ** 2	0,125	0,009	0,167	13,484	0,000
(Constante)	0,360	0,004		84,065	0,000

Cubico dicc/D1.3 = Hi/hf-1**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,902	0,814	0,814	0,109

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	109,842	3	36,614	3061,709	0,000
Residual	25,053	2095	0,012		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-0,780	0,019	-0,974	-40,733	0,000
HisHfm1 ** 2	0,020	0,015	0,027	1,396	0,163
HisHfm1 ** 3	0,072	0,008	0,172	9,214	0,000
(Constante)	0,338	0,005		69,812	0,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_5 QUADRATIC	2099	-0,44819	0,54692	0,00000	0,11146968	0,012
Error for diccsD1.3 with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_5 CUBIC	2099	-0,46536	0,58525	0,00000	0,10927737	0,012
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3= hi-1.3/ht-1.3 Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,935	0,875	0,875	0,090

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	118,035	2	59,018	7337,094	0,000
Residual	16,860	2096	0,008		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-0,682	0,022	-0,775	-31,481	0,000
Him13shtm13 ** 2	-0,161	0,024	-0,168	-6,810	0,000
(Constante)	1,009	0,004		237,605	0,000

Cubico dicc/D1.3= hi-1.3/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,939	0,882	0,882	0,087

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	118,976	3	39,659	5219,280	0,000
Residual	15,919	2095	0,008		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-1,072	0,041	-1,218	-26,223	0,000
Him13shtm13 ** 2	1,019	0,109	1,061	9,392	0,000
Him13shtm13 ** 3	-0,868	0,078	-0,824	-11,127	0,000
(Constante)	1,024	0,004		235,358	0,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_6 QUADRATIC	2099	-0,42366	0,31893	0,00000	0,08964413	0,008
Error for diccsD1.3 with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_6 CUBIC	2099	-0,43448	0,38121	0,00000	0,08710705	0,008
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3= hi-1.3/hf-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,912	0,833	0,832	0,104

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	112,300	2	56,150	5208,740	0,000
Residual	22,595	2096	0,011		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-,770	0,009	-1,111	-90,562	0,000
Him13shfm13 ** 2	0,094	0,003	0,340	27,704	0,000
(Constante)	1,031	0,004		249,605	0,000

Cubico dicc/D1.3= hi-1.3/hf-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
0,914	0,836	0,836	0,103

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	112,756	3	37,585	3556,757	0,000
Residual	22,139	2095	0,011		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-0,658	0,019	-0,950	-34,798	0,000
Him13shfm13 ** 2	-0,033	0,020	-0,120	-1,687	0,092
Him13shfm13 ** 3	0,019	0,003	0,373	6,571	0,000
(Constante)	1,016	,005		218,958	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_7 QUADRATIC	2099	-0,43707	0,58913	0,0000000	,10377716	,011
Error for diccsD1.3 with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_7 CUBIC	2099	-,44786	,61917	,0000000	,10272407	,011
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3= ht-hi/ht-1.3
Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,935	,875	,875	,090

La variable independiente esHtmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	118,035	2	59,018	7337,094	,000
Residual	16,860	2096	,008		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHtmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HtmHishtm13	1,004	,028	1,140	36,447	,000
HtmHishtm13 ** 2	-,161	,024	-,213	-6,810	,000
(Constante)	,165	,007		23,207	,000

Cubico dicc/D1.3= ht-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,939	,882	,882	,087

La variable independiente esHtmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	118,976	3	39,659	5219,280	,000
Residual	15,919	2095	,008		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHtmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HtmHishtm13	1,637	,063	1,860	26,034	,000
HtmHishtm13 ** 2	-1,585	,130	-2,098	-12,190	,000
HtmHishtm13 ** 3	,868	,078	1,204	11,127	,000
(Constante)	,103	,009		11,574	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with HtmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_8 QUADRATIC	2099	-,42366	,31893	,0000000	,08964413	,008
Error for diccsD1.3 with HtmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_8 CUBIC	2099	-,43448	,38121	,0000000	,08710705	,008
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1.3= hf-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,865	,748	,748	,127

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	100,929	2	50,465	3114,123	,000
Residual	33,966	2096	,016		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	,936	,025	1,076	37,425	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,225	,028	-,233	-8,113	,000
(Constante)	,346	,006		62,810	,000

Cubico dicc/D1.3= hf-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,866	,749	,749	,127

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	101,074	3	33,691	2086,943	,000
Residual	33,821	2095	,016		
Total	134,895	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	,919	,026	1,056	35,823	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,066	,060	-,069	-1,111	,267
HfmHishtm13 ** 3	-,158	,053	-,150	-2,992	,003
(Constante)	,341	,006		58,588	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD1.3 with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_9 QUADRATIC	2099	-,49287	,63559	,0000000	,12723846	,016
Error for diccsD1.3 with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_9 CUBIC	2099	-,49492	,63935	,0000000	,12696747	,016
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= Hi/ht

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,666	,444	,443	,312

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	163,264	2	81,632	836,339	,000
Residual	204,583	2096	,098		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-,952	,098	-,601	-9,753	,000
HisHt ** 2	-,107	,098	-,067	-1,088	,277
(Constante)	1,306	,021		62,614	,000

Cubico dicc/Ht= Hi/ht

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,669	,447	,446	,312

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	164,480	3	54,827	564,800	,000
Residual	203,368	2095	,097		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-1,741	,243	-1,100	-7,156	,000
HisHt ** 2	1,840	,559	1,158	3,294	,001
HisHt ** 3	-1,299	,367	-,758	-3,539	,000
(Constante)	1,376	,029		47,733	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with HisHt from CURVEFIT, MOD_10 QUADRATIC	2099	-,60423	2,03610	,0000000	,31227153	,098
Error for diccsHt with HisHt from CURVEFIT, MOD_10 CUBIC	2099	-,63203	1,98113	,0000000	,31134229	,097
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= Hi/hf**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,687	,472	,471	,305

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	173,462	2	86,731	935,193	,000
Residual	194,386	2096	,093		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-1,123	,040	-,849	-28,290	,000
HisHf ** 2	,170	,025	,201	6,705	,000
(Constante)	1,380	,016		88,663	,000

Cubico dicc/Ht= Hi/hf**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,689	,474	,474	,304

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	174,474	3	58,158	630,081	,000
Residual	193,374	2095	,092		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-,850	,091	-,643	-9,307	,000
HisHf ** 2	-,150	,100	-,178	-1,502	,133
HisHf ** 3	,072	,022	,237	3,311	,001
(Constante)	1,333	,021		63,633	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with HisHf from CURVEFIT, MOD_11 QUADRATIC	2099	-,65108	1,96585	,0000000	,30438927	,093
Error for diccsHt with HisHf from CURVEFIT, MOD_11 CUBIC	2099	-,62429	2,00674	,0000000	,30359591	,092
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,666	,444	,443	,312

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	163,264	2	81,632	836,339	,000
Residual	204,583	2096	,098		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,165	,105	-,736	-11,101	,000
HisHtm1 ** 2	-,107	,098	-,072	-1,088	,277
(Constante)	,247	,025		9,894	,000

Cubico dicc/Ht= Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,669	,447	,446	,312

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	164,480	3	54,827	564,800	,000
Residual	203,368	2095	,097		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,959	,248	-1,237	-7,914	,000
HisHtm1 ** 2	-2,058	,560	-1,392	-3,675	,000
HisHtm1 ** 3	-1,299	,367	-,845	-3,539	,000
(Constante)	,176	,032		5,484	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_12 QUADRATIC	2099	-,60423	2,03610	,0000000	,31227153	,098
Error for diccsHt with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_12 CUBIC	2099	-,63203	1,98113	,0000000	,31134229	,097
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= Hi/hf-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,687	,472	,471	,305

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	173,462	2	86,731	935,193	,000
Residual	194,386	2096	,093		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-,783	,027	-,592	-28,998	,000
HisHfm1 ** 2	,170	,025	,137	6,705	,000
(Constante)	,427	,012		36,553	,000

Cubico dicc/Ht= Hi/hf-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,689	,474	,474	,304

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	174,474	3	58,158	630,081	,000
Residual	193,374	2095	,092		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-,935	,053	-,707	-17,577	,000
HisHfm1 ** 2	,065	,040	,053	1,613	,107
HisHfm1 ** 3	,072	,022	,104	3,311	,001
(Constante)	,405	,013		30,148	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_13 QUADRATIC	2099	-,65108	1,96585	,0000000	,30438927	,093
Error for diccsHt with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_13 CUBIC	2099	-,62429	2,00674	,0000000	,30359591	,092
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= hi-1.3/ht-1.3**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,662	,438	,437	,314

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	160,967	2	80,484	815,418	,000
Residual	206,880	2096	,099		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-,817	,076	-,562	-10,756	,000
Him13shtm13 ** 2	-,166	,083	-,104	-2,000	,046
(Constante)	1,218	,015		81,886	,000

Cubico dicc/Ht= hi-1.3/ht-1.3**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,663	,439	,438	,314

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	161,457	3	53,819	546,301	,000
Residual	206,390	2095	,099		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-1,098	,147	-,755	-7,458	,000
Him13shtm13 ** 2	,686	,391	,433	1,756	,079
Him13shtm13 ** 3	-,626	,281	-,360	-2,230	,026
(Constante)	1,229	,016		78,433	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_14 QUADRATIC	2099	-,61366	2,04231	,0000000	,31401960	,099
Error for diccsHt with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_14 CUBIC	2099	-,63907	2,00425	,0000000	,31364749	,098
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= $hi-1.3/hf-1.3$

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,676	,457	,456	,309

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	168,001	2	84,000	880,999	,000
Residual	199,847	2096	,095		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-,939	,025	-,820	-37,126	,000
Him13shfm13 ** 2	,113	,010	,246	11,148	,000
(Constante)	1,260	,012		102,556	,000

Cubico dicc/Ht= hi-1.3/hf-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,679	,461	,460	,308

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	169,594	3	56,531	597,382	,000
Residual	198,254	2095	,095		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-,730	,057	-,638	-12,901	,000
Him13shfm13 ** 2	-,126	,059	-,274	-2,128	,033
Him13shfm13 ** 3	,035	,008	,422	4,103	,000
(Constante)	1,233	,014		88,735	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_15 QUADRATIC	2099	-1,12741	1,98747	,0000000	,30863549	,095
Error for diccsHt with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_15 CUBIC	2099	-,88835	2,03233	,0000000	,30740284	,094
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= ht-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,662	,438	,437	,314

La variable independiente esHtmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	160,967	2	80,484	815,418	,000
Residual	206,880	2096	,099		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHtmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HtmHishtm13	1,148	,097	,789	11,892	,000
HtmHishtm13 ** 2	-,166	,083	-,133	-2,000	,046
(Constante)	,235	,025		9,433	,000

Cubico dicc/Ht= ht-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,663	,439	,438	,314

La variable independiente esHtmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	161,457	3	53,819	546,301	,000
Residual	206,390	2095	,099		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHtmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HtmHishtm13	1,605	,226	1,104	7,086	,000
HtmHishtm13 ** 2	-1,193	,468	-,956	-2,549	,011
HtmHishtm13 ** 3	,626	,281	,526	2,230	,026
(Constante)	,190	,032		5,941	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with HtmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_16 QUADRATIC	2099	-,61366	2,04231	,0000000	,31401960	,099
Error for diccsHt with HtmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_16 CUBIC	2099	-,63907	2,00425	,0000000	,31364749	,098
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Ht= hf-hi/hf-1.3**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,698	,487	,486	,300

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	179,021	2	89,510	993,573	,000
Residual	188,827	2096	,090		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	1,035	,059	,720	17,538	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,039	,065	-,024	-,591	,554
(Constante)	,407	,013		31,312	,000

Cubico dicc/Ht= hf-hi/hf-1.3**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,698	,487	,486	,300

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	179,110	3	59,703	662,712	,000
Residual	188,737	2095	,090		
Total	367,848	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	1,048	,061	,730	17,303	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,163	,141	-,103	-1,158	,247
HfmHishtm13 ** 3	,124	,125	,071	,998	,319
(Constante)	,411	,014		29,955	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHt with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_17 QUADRATIC	2099	-,64267	1,86723	,0000000	,30000563	,090
Error for diccsHt with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_17 CUBIC	2099	-,66257	1,84117	,0000000	,29993439	,090
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = Hi/ht

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,902	,814	,813	,178

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	290,844	2	145,422	4573,495	,000
Residual	66,646	2096	,032		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-1,199	,056	-,768	-21,516	,000
HisHt ** 2	-,216	,056	-,138	-3,871	,000
(Constante)	1,652	,012		138,821	,000

Cubico dicc/D1/2 = Hi/ht

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,905	,819	,819	,176

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	292,963	3	97,654	3170,516	,000
Residual	64,528	2095	,031		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-2,241	,137	-1,435	-16,347	,000
HisHt ** 2	2,353	,315	1,502	7,478	,000
HisHt ** 3	-1,715	,207	-1,015	-8,293	,000
(Constante)	1,745	,016		107,469	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with HisHt from CURVEFIT, MOD_18 QUADRATIC	2099	-,53193	2,12827	,0000000	,17823131	,032
Error for diccsD12 with HisHt from CURVEFIT, MOD_18 CUBIC	2099	-,54509	2,05002	,0000000	,17537584	,031
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = Hi/hf

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,866	,750	,750	,207

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	268,046	2	134,023	3140,636	,000
Residual	89,444	2096	,043		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-1,394	,027	-1,070	-51,789	,000
HisHf ** 2	,210	,017	,252	12,216	,000
(Constante)	1,713	,011		162,313	,000

Cubico dicc/D1/2 = Hi/hf

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,869	,755	,754	,205

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	269,746	3	89,915	2146,856	,000
Residual	87,744	2095	,042		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-1,041	,062	-,799	-16,916	,000
HisHf ** 2	-,205	,067	-,246	-3,044	,002
HisHf ** 3	,093	,015	,312	6,372	,000
(Constante)	1,653	,014		117,128	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with HisHf from CURVEFIT, MOD_19 QUADRATIC	2099	-,55807	2,07673	,0000000	,20647791	,043
Error for diccsD12 with HisHf from CURVEFIT, MOD_19 CUBIC	2099	-,58030	2,13022	,0000000	,20450553	,042
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,902	,814	,813	,178

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	290,844	2	145,422	4573,495	,000
Residual	66,646	2096	,032		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,632	,060	-1,045	-27,236	,000
HisHtm1 ** 2	-,216	,056	-,149	-3,871	,000
(Constante)	,237	,014		16,629	,000

Cubico dicc/D1/2 = Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,905	,819	,819	,176

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	292,963	3	97,654	3170,516	,000
Residual	64,528	2095	,031		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-2,680	,139	-1,717	-19,217	,000
HisHtm1 ** 2	-2,792	,315	-1,917	-8,852	,000
HisHtm1 ** 3	-1,715	,207	-1,132	-8,293	,000
(Constante)	,143	,018		7,914	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_20 QUADRATIC	2099	-,53193	2,12827	,0000000	,17823131	,032
Error for diccsD12 with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_20 CUBIC	2099	-,54509	2,05002	,0000000	,17537584	,031
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = Hi/hf-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,902	,814	,813	,178

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	290,844	2	145,422	4573,495	,000
Residual	66,646	2096	,032		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,632	,060	-1,045	-27,236	,000
HisHtm1 ** 2	-,216	,056	-,149	-3,871	,000
(Constante)	,237	,014		16,629	,000

Cubico dicc/D1/2 = Hi/hf-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,905	,819	,819	,176

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	292,963	3	97,654	3170,516	,000
Residual	64,528	2095	,031		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-2,680	,139	-1,717	-19,217	,000
HisHtm1 ** 2	-2,792	,315	-1,917	-8,852	,000
HisHtm1 ** 3	-1,715	,207	-1,132	-8,293	,000
(Constante)	,143	,018		7,914	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_21 QUADRATIC	2099	-,53193	2,12827	,0000000	,17823131	,032
Error for diccsD12 with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_21 CUBIC	2099	-,54509	2,05002	,0000000	,17537584	,031
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = hi-1.3/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,866	,750	,750	,207

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	268,046	2	134,023	3140,636	,000
Residual	89,444	2096	,043		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-,974	,018	-,748	-53,194	,000
HisHfm1 ** 2	,210	,017	,172	12,216	,000
(Constante)	,529	,008		66,792	,000

Cubico dicc/D1/2 = hi-1.3/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,869	,755	,754	,205

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	269,746	3	89,915	2146,856	,000
Residual	87,744	2095	,042		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-1,171	,036	-,899	-32,689	,000
HisHfm1 ** 2	,074	,027	,061	2,728	,006
HisHfm1 ** 3	,093	,015	,137	6,372	,000
(Constante)	,501	,009		55,336	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_22 QUADRATIC	2099	-,55807	2,07673	,0000000	,20647791	,043
Error for diccsD12 with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_22 CUBIC	2099	-,58030	2,13022	,0000000	,20450553	,042
N válido (según lista)	2099					

$$\text{Cuadrático } dicc/D1/2 = hi-1.3/hf-1.3$$

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,897	,805	,805	,182

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	287,778	2	143,889	4326,265	,000
Residual	69,712	2096	,033		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-1,067	,044	-,744	-24,215	,000
Him13shtm13 ** 2	-,249	,048	-,159	-5,187	,000
(Constante)	1,545	,009		178,957	,000

$$\text{Cubico } dicc/D1/2 = hi-1.3/hf-1.3$$

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,899	,808	,808	,181

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	289,025	3	96,342	2948,002	,000
Residual	68,465	2095	,033		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-1,516	,085	-1,058	-17,877	,000
Him13shtm13 ** 2	1,109	,225	,709	4,928	,000
Him13shtm13 ** 3	-,999	,162	-,583	-6,176	,000
(Constante)	1,562	,009		173,161	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_23 QUADRATIC	2099	-,52149	2,16144	,0000000	,18228477	,033
Error for diccsD12 with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_23 CUBIC	2099	-,53395	2,11571	,0000000	,18064768	,033
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = ht-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,870	,756	,756	,204

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	270,343	2	135,172	3251,058	,000
Residual	87,147	2096	,042		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-1,196	,017	-1,060	-71,625	,000
Him13shfm13 ** 2	,148	,007	,326	22,051	,000
(Constante)	1,576	,008		194,312	,000

Cubico dicc/D1/2 = ht-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,871	,759	,759	,203

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	271,402	3	90,467	2201,571	,000
Residual	86,088	2095	,041		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-1,026	,037	-,910	-27,499	,000
Him13shfm13 ** 2	-,047	,039	-,104	-1,207	,228
Him13shfm13 ** 3	,028	,006	,349	5,076	,000
(Constante)	1,554	,009		169,767	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_24 QUADRATIC	2099	-,54311	2,09833	,0000000	,20380896	,042
Error for diccsD12 with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_24 CUBIC	2099	-,55956	2,13375	,0000000	,20256706	,041
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/D1/2 = hf-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,814	,663	,663	,240

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	236,982	2	118,491	2060,913	,000
Residual	120,508	2096	,057		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	1,490	,047	1,052	31,624	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,414	,052	-,264	-7,938	,000
(Constante)	,515	,010		49,604	,000

Cubico dicc/D1.3= hf-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,816	,666	,666	,239

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	238,194	3	79,398	1394,335	,000
Residual	119,296	2095	,057		
Total	357,490	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	1,440	,048	1,016	29,885	,000
HfmHishtm13 ** 2	,045	,112	,028	,397	,691
HfmHishtm13 ** 3	-,458	,099	-,266	-4,614	,000
(Constante)	,499	,011		45,680	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsD12 with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_25 QUADRATIC	2099	-,63609	2,33172	,0000000	,23966555	,057
Error for diccsD12 with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_25 CUBIC	2099	-,64200	2,32665	,0000000	,23845719	,057
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Hf= Hi/ht**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,705	,498	,497	,358

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	265,551	2	132,775	1038,353	,000
Residual	268,018	2096	,128		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-1,191	,112	-,624	-10,655	,000
HisHt ** 2	-,160	,112	-,084	-1,431	,153
(Constante)	1,590	,024		66,616	,000

Cubico dicc/Hf= Hi/ht**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,707	,500	,499	,357

La variable independiente esHisHt.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	266,720	3	88,907	697,995	,000
Residual	266,849	2095	,127		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHt.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHt	-1,964	,279	-1,030	-7,047	,000
HisHt ** 2	1,748	,640	,914	2,732	,006
HisHt ** 3	-1,274	,421	-,617	-3,029	,002
(Constante)	1,659	,033		50,236	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with HisHt from CURVEFIT, MOD_26 QUADRATIC	2099	-,71302	1,82803	,0000000	,35742025	,128
Error for diccsHf with HisHt from CURVEFIT, MOD_26 CUBIC	2099	-,74029	1,77413	,0000000	,35664004	,127
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Hf= Hi/hf

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,653	,426	,426	,382

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	227,448	2	113,724	778,666	,000
Residual	306,121	2096	,146		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-1,277	,050	-,802	-25,654	,000
HisHf ** 2	,188	,032	,185	5,909	,000
(Constante)	1,616	,020		82,760	,000

Cubico dicc/Hf= Hi/hf

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,655	,429	,428	,381

La variable independiente esHisHf.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	228,966	3	76,322	524,930	,000
Residual	304,602	2095	,145		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHf.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHf	-,944	,115	-,593	-8,232	,000
HisHf ** 2	-,204	,125	-,201	-1,627	,104
HisHf ** 3	,088	,027	,241	3,231	,001
(Constante)	1,559	,026		59,295	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with HisHf from CURVEFIT, MOD_27 QUADRATIC	2099	-,71525	1,80390	,0000000	,38198253	,146
Error for diccsHf with HisHf from CURVEFIT, MOD_27 CUBIC	2099	-,68244	1,85398	,0000000	,38103408	,145
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Hf= Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,705	,498	,497	,358

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	265,551	2	132,775	1038,353	,000
Residual	268,018	2096	,128		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-1,511	,120	-,793	-12,580	,000
HisHtm1 ** 2	-,160	,112	-,090	-1,431	,153
(Constante)	,239	,029		8,364	,000

Cubico dicc/Hf= Hi/ht-1

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,707	,500	,499	,357

La variable independiente esHisHtm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	266,720	3	88,907	697,995	,000
Residual	266,849	2095	,127		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHtm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHtm1	-2,290	,284	-1,201	-8,075	,000
HisHtm1 ** 2	-2,074	,641	-1,165	-3,233	,001
HisHtm1 ** 3	-1,274	,421	-,688	-3,029	,002
(Constante)	,169	,037		4,607	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_28 QUADRATIC	2099	-,71302	1,82803	,0000000	,35742025	,128
Error for diccsHf with HisHtm1 from CURVEFIT, MOD_28 CUBIC	2099	-,74029	1,77413	,0000000	,35664004	,127
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Hf= Hi/hf-1**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,653	,426	,426	,382

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	227,448	2	113,724	778,666	,000
Residual	306,121	2096	,146		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-,902	,034	-,566	-26,617	,000
HisHfm1 ** 2	,188	,032	,126	5,909	,000
(Constante)	,527	,015		35,918	,000

Cubico dicc/Hf= Hi/hf-1**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,655	,429	,428	,381

La variable independiente esHisHfm1.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	228,966	3	76,322	524,930	,000
Residual	304,602	2095	,145		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHisHfm1.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HisHfm1	-1,088	,067	-,683	-16,298	,000
HisHfm1 ** 2	,060	,051	,040	1,176	,240
HisHfm1 ** 3	,088	,027	,106	3,231	,001
(Constante)	,500	,017		29,631	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_29 QUADRATIC	2099	-,71525	1,80390	,0000000	,38198253	,146
Error for diccsHf with HisHfm1 from CURVEFIT, MOD_29 CUBIC	2099	-,68244	1,85398	,0000000	,38103408	,145
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático diccc/Hf= hi-1.3/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,712	,507	,506	,354

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	270,392	2	135,196	1076,729	,000
Residual	263,177	2096	,126		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-1,171	,086	-,669	-13,680	,000
Him13shtm13 ** 2	-,086	,093	-,045	-,924	,355
(Constante)	1,504	,017		89,659	,000

Cubico dicc/Hf= hi-1.3/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,714	,510	,509	,353

La variable independiente esHim13shtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	271,930	3	90,643	725,800	,000
Residual	261,639	2095	,125		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHim13shtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shtm13	-1,670	,166	-,954	-10,074	,000
Him13shtm13 ** 2	1,423	,440	,745	3,234	,001
Him13shtm13 ** 3	-1,110	,316	-,530	-3,509	,000
(Constante)	1,523	,018		86,366	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_30 QUADRATIC	2099	-,77315	1,79968	,0000000	,35417776	,125
Error for diccsHf with Him13shtm13 from CURVEFIT, MOD_30 CUBIC	2099	-,88976	1,73224	,0000000	,35314126	,125
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático diccc/Hf= hi-1.3/hf-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,677	,459	,458	,371

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	244,698	2	122,349	887,742	,000
Residual	288,871	2096	,138		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-1,143	,030	-,829	-37,592	,000
Him13shfm13 ** 2	,145	,012	,262	11,869	,000
(Constante)	1,508	,015		102,130	,000

Cubico diccc/Hf= hi-1.3/hf-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,677	,459	,458	,371

La variable independiente esHim13shfm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	244,750	3	81,583	591,779	,000
Residual	288,819	2095	,138		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHim13shfm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
Him13shfm13	-1,105	,068	-,802	-16,167	,000
Him13shfm13 ** 2	,102	,071	,184	1,424	,154
Him13shfm13 ** 3	,006	,010	,063	,615	,539
(Constante)	1,503	,017		89,658	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_31 QUADRATIC	2099	-,78187	1,79388	,0000000	,37106441	,138
Error for diccsHf with Him13shfm13 from CURVEFIT, MOD_31 CUBIC	2099	-,77375	1,80200	,0000000	,37103094	,138
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático $dicc/H_f = ht-h_i/ht-1.3$

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,712	,507	,506	,354

La variable independiente esHtmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	270,392	2	135,196	1076,729	,000
Residual	263,177	2096	,126		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHtmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HtmHishtm13	1,344	,109	,767	12,345	,000
HtmHishtm13 ** 2	-,086	,093	-,057	-,924	,355
(Constante)	,246	,028		8,741	,000

Cubico $dicc/H_f = ht-h_i/ht-1.3$

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,714	,510	,509	,353

La variable independiente esHtmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	271,930	3	90,643	725,800	,000
Residual	261,639	2095	,125		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHtmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HtmHishtm13	2,154	,255	1,230	8,446	,000
HtmHishtm13 ** 2	-1,907	,527	-1,269	-3,618	,000
HtmHishtm13 ** 3	1,110	,316	,774	3,509	,000
(Constante)	,166	,036		4,610	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with HtmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_32 QUADRATIC	2099	-,77315	1,79968	,0000000	,35417776	,125
Error for diccsHf with HtmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_32 CUBIC	2099	-,88976	1,73224	,0000000	,35314126	,125
N válido (según lista)	2099					

Cuadrático dicc/Hf= hf-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,600	,360	,359	,404

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	191,888	2	95,944	588,557	,000
Residual	341,681	2096	,163		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	1,322	,079	,764	16,653	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,348	,088	-,182	-3,960	,000
(Constante)	,527	,017		30,126	,000

Cubico dicc/Hf= hf-hi/ht-1.3

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
,600	,360	,359	,404

La variable independiente esHfmHishtm13.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	191,968	3	63,989	392,440	,000
Residual	341,601	2095	,163		
Total	533,569	2098			

La variable independiente esHfmHishtm13.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típico	Beta		
HfmHishtm13	1,308	,082	,756	16,051	,000
HfmHishtm13 ** 2	-,230	,190	-,120	-1,212	,226
HfmHishtm13 ** 3	-,118	,168	-,056	-,701	,483
(Constante)	,523	,018		28,281	,000

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Error for diccsHf with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_34 QUADRATIC	2099	-,69642	1,98838	,0000000	,40355949	,163
Error for diccsHf with HfmHishtm13 from CURVEFIT, MOD_34 CUBIC	2099	-,67761	1,99009	,0000000	,40351215	,163
N válido (según lista)	2099					

Anexo 7. Tablas de volumen para el fuste

d / h	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
6	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
6,5	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
7	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
7,5	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
8	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
8,5	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
9	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
9,5	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16
10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
10,5	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19
11	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20
11,5	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22
12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23
12,5	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27
13,5	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28
14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30
14,5	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32
15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34
15,5	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36
16	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38
16,5	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,35	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40
17	0,21	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42
17,5	0,21	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,42	0,43	0,44
18	0,21	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,41	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46
18,5	0,21	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48
19	0,21	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,46	0,47	0,48	0,49	0,49	0,50
19,5	0,21	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52
20	0,21	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,54
20,5	0,21	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,43	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
21	0,21	0,31	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,59

21,5	0,21	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60	0,61
22	0,21	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41	0,43	0,45	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64
22,5	0,21	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,46	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66
23	0,21	0,36	0,39	0,41	0,43	0,45	0,46	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69
23,5	0,21	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71
24	0,21	0,39	0,41	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58	0,59	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74
24,5	0,21	0,40	0,43	0,45	0,47	0,50	0,51	0,53	0,55	0,57	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76
25	0,21	0,42	0,44	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79
25,5	0,21	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81
26	0,21	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84
26,5	0,21	0,46	0,49	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87
27	0,21	0,47	0,50	0,53	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89
27,5	0,21	0,49	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92
28	0,21	0,50	0,54	0,56	0,59	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95
28,5	0,21	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,98
29	0,21	0,53	0,57	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,98	0,99	1,01
29,5	0,21	0,55	0,58	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,03
30	0,21	0,56	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06
30,5	0,21	0,58	0,62	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,08	1,09
31	0,21	0,59	0,63	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84	0,86	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,09	1,11	1,12
31,5	0,21	0,61	0,65	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,83	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,15
32	0,21	0,63	0,67	0,70	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,17	1,18
32,5	0,21	0,64	0,68	0,72	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,90	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,21
33	0,21	0,66	0,70	0,74	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,95	0,98	1,00	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,24
33,5	0,21	0,68	0,72	0,76	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28
34	0,21	0,69	0,74	0,78	0,82	0,85	0,88	0,92	0,95	0,97	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31
34,5	0,21	0,71	0,76	0,80	0,84	0,87	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34
35	0,21	0,73	0,77	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,13	1,16	1,18	1,20	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37
35,5	0,21	0,74	0,79	0,84	0,88	0,91	0,95	0,98	1,02	1,05	1,08	1,10	1,13	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40
36	0,21	0,76	0,81	0,85	0,90	0,94	0,97	1,01	1,04	1,07	1,10	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,26	1,28	1,31	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44
36,5	0,21	0,78	0,83	0,87	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,10	1,13	1,16	1,18	1,21	1,24	1,27	1,29	1,31	1,34	1,36	1,38	1,41	1,43	1,45	1,47
37	0,21	0,80	0,85	0,89	0,94	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,29	1,32	1,34	1,37	1,39	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50
37,5	0,21	0,81	0,87	0,91	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32	1,35	1,37	1,40	1,42	1,45	1,47	1,49	1,51	1,54
38	0,21	0,83	0,89	0,93	0,98	1,02	1,06	1,10	1,14	1,17	1,20	1,24	1,27	1,30	1,32	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,48	1,50	1,53	1,55	1,57

38,5	0,21	0,85	0,90	0,95	1,00	1,04	1,09	1,12	1,16	1,20	1,23	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,46	1,49	1,51	1,54	1,56	1,58	1,60
39	0,21	0,87	0,92	0,98	1,02	1,07	1,11	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,49	1,52	1,54	1,57	1,59	1,62	1,64
39,5	0,21	0,89	0,94	1,00	1,04	1,09	1,13	1,17	1,21	1,25	1,28	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,50	1,52	1,55	1,58	1,60	1,63	1,65	1,67
40	0,21	0,91	0,96	1,02	1,07	1,11	1,16	1,20	1,24	1,27	1,31	1,34	1,38	1,41	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,58	1,61	1,64	1,66	1,69	1,71
40,5	0,21	0,92	0,98	1,04	1,09	1,14	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,37	1,41	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,64	1,67	1,69	1,72	1,74
41	0,21	0,94	1,00	1,06	1,11	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,36	1,40	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,65	1,68	1,70	1,73	1,76	1,78
41,5	0,21	0,96	1,02	1,08	1,13	1,18	1,23	1,27	1,31	1,35	1,39	1,43	1,46	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,65	1,68	1,71	1,74	1,76	1,79	1,82
42	0,21	0,98	1,04	1,10	1,16	1,21	1,25	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,49	1,53	1,56	1,59	1,63	1,66	1,69	1,72	1,74	1,77	1,80	1,83	1,85
42,5	0,21	1,00	1,07	1,12	1,18	1,23	1,28	1,32	1,37	1,41	1,45	1,49	1,52	1,56	1,59	1,63	1,66	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,86	1,89
43	0,21	1,02	1,09	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,39	1,44	1,48	1,52	1,55	1,59	1,62	1,66	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,93
43,5	0,21	1,04	1,11	1,17	1,22	1,28	1,33	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54	1,58	1,62	1,66	1,69	1,72	1,76	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,94	1,96
44	0,21	1,06	1,13	1,19	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,49	1,53	1,57	1,61	1,65	1,69	1,72	1,76	1,79	1,82	1,85	1,88	1,91	1,94	1,97	2,00
44,5	0,21	1,08	1,15	1,21	1,27	1,33	1,38	1,43	1,47	1,52	1,56	1,60	1,64	1,68	1,72	1,75	1,79	1,82	1,86	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04
45	0,21	1,10	1,17	1,24	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,59	1,63	1,67	1,71	1,75	1,79	1,82	1,86	1,89	1,92	1,96	1,99	2,02	2,05	2,08
45,5	0,21	1,12	1,19	1,26	1,32	1,38	1,43	1,48	1,53	1,58	1,62	1,66	1,70	1,74	1,78	1,82	1,86	1,89	1,93	1,96	1,99	2,02	2,05	2,08	2,11
46	0,21	1,14	1,21	1,28	1,34	1,40	1,46	1,51	1,56	1,60	1,65	1,69	1,74	1,78	1,82	1,85	1,89	1,93	1,96	1,99	2,03	2,06	2,09	2,12	2,15
46,5	0,21	1,16	1,24	1,30	1,37	1,43	1,48	1,54	1,59	1,63	1,68	1,72	1,77	1,81	1,85	1,89	1,92	1,96	2,00	2,03	2,06	2,10	2,13	2,16	2,19
47	0,21	1,18	1,26	1,33	1,39	1,45	1,51	1,56	1,61	1,66	1,71	1,75	1,80	1,84	1,88	1,92	1,96	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,17	2,20	2,23
47,5	0,21	1,20	1,28	1,35	1,42	1,48	1,54	1,59	1,64	1,69	1,74	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	1,99	2,03	2,07	2,10	2,14	2,17	2,20	2,24	2,27
48	0,21	1,22	1,30	1,37	1,44	1,50	1,56	1,62	1,67	1,72	1,77	1,82	1,86	1,91	1,95	1,99	2,03	2,07	2,10	2,14	2,17	2,21	2,24	2,28	2,31
48,5	0,21	1,24	1,32	1,40	1,47	1,53	1,59	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,89	1,94	1,98	2,02	2,06	2,10	2,14	2,18	2,21	2,25	2,28	2,32	2,35
49	0,21	1,27	1,35	1,42	1,49	1,56	1,62	1,67	1,73	1,78	1,83	1,88	1,93	1,97	2,01	2,06	2,10	2,14	2,18	2,21	2,25	2,29	2,32	2,36	2,39
49,5	0,21	1,29	1,37	1,45	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76	1,81	1,86	1,91	1,96	2,00	2,05	2,09	2,13	2,17	2,21	2,25	2,29	2,32	2,36	2,39	2,43
50	0,21	1,31	1,39	1,47	1,54	1,61	1,67	1,73	1,79	1,84	1,89	1,94	1,99	2,04	2,08	2,13	2,17	2,21	2,25	2,29	2,33	2,36	2,40	2,44	2,47
50,5	0,21	1,33	1,42	1,49	1,57	1,63	1,70	1,76	1,82	1,87	1,92	1,98	2,02	2,07	2,12	2,16	2,20	2,25	2,29	2,33	2,36	2,40	2,44	2,48	2,51
51	0,21	1,35	1,44	1,52	1,59	1,66	1,73	1,79	1,85	1,90	1,96	2,01	2,06	2,11	2,15	2,20	2,24	2,28	2,32	2,36	2,40	2,44	2,48	2,52	2,55
51,5	0,21	1,37	1,46	1,54	1,62	1,69	1,75	1,82	1,88	1,93	1,99	2,04	2,09	2,14	2,19	2,23	2,28	2,32	2,36	2,40	2,44	2,48	2,52	2,56	2,59
52	0,21	1,40	1,49	1,57	1,64	1,72	1,78	1,85	1,91	1,96	2,02	2,07	2,12	2,17	2,22	2,27	2,31	2,36	2,40	2,44	2,48	2,52	2,56	2,60	2,63
52,5	0,21	1,42	1,51	1,59	1,67	1,74	1,81	1,88	1,94	2,00	2,05	2,11	2,16	2,21	2,26	2,30	2,35	2,39	2,44	2,48	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68
53	0,21	1,44	1,53	1,62	1,70	1,77	1,84	1,91	1,97	2,03	2,08	2,14	2,19	2,24	2,29	2,34	2,39	2,43	2,48	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68	2,72
53,5	0,21	1,46	1,56	1,64	1,72	1,80	1,87	1,94	2,00	2,06	2,12	2,17	2,23	2,28	2,33	2,38	2,42	2,47	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68	2,72	2,76
54	0,21	1,49	1,58	1,67	1,75	1,83	1,90	1,96	2,03	2,09	2,15	2,21	2,26	2,31	2,36	2,41	2,46	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,76	2,80
54,5	0,21	1,51	1,61	1,69	1,78	1,85	1,93	2,00	2,06	2,12	2,18	2,24	2,30	2,35	2,40	2,45	2,50	2,55	2,59	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	2,85
55	0,21	1,53	1,63	1,72	1,80	1,88	1,96	2,03	2,09	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,44	2,49	2,54	2,59	2,63	2,68	2,72	2,77	2,81	2,85	2,89

55,5	0,21	1,55	1,65	1,75	1,83	1,91	1,99	2,06	2,12	2,19	2,25	2,31	2,37	2,42	2,47	2,53	2,58	2,62	2,67	2,72	2,76	2,81	2,85	2,89	2,93
56	0,21	1,58	1,68	1,77	1,86	1,94	2,01	2,09	2,15	2,22	2,28	2,34	2,40	2,46	2,51	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76	2,80	2,85	2,89	2,94	2,98
56,5	0,21	1,60	1,70	1,80	1,89	1,97	2,04	2,12	2,19	2,25	2,32	2,38	2,44	2,49	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85	2,89	2,94	2,98	3,02
57	0,21	1,62	1,73	1,82	1,91	2,00	2,07	2,15	2,22	2,29	2,35	2,41	2,47	2,53	2,59	2,64	2,69	2,74	2,79	2,84	2,89	2,93	2,98	3,02	3,07
57,5	0,21	1,65	1,75	1,85	1,94	2,03	2,10	2,18	2,25	2,32	2,38	2,45	2,51	2,57	2,62	2,68	2,73	2,78	2,83	2,88	2,93	2,98	3,02	3,07	3,11
58	0,21	1,67	1,78	1,88	1,97	2,05	2,13	2,21	2,28	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,66	2,72	2,77	2,82	2,87	2,92	2,97	3,02	3,07	3,11	3,16
58,5	0,21	1,70	1,80	1,90	2,00	2,08	2,17	2,24	2,32	2,39	2,45	2,52	2,58	2,64	2,70	2,76	2,81	2,86	2,91	2,97	3,01	3,06	3,11	3,16	3,20
59	0,21	1,72	1,83	1,93	2,03	2,11	2,20	2,27	2,35	2,42	2,49	2,55	2,62	2,68	2,74	2,79	2,85	2,90	2,96	3,01	3,06	3,11	3,15	3,20	3,25
59,5	0,21	1,74	1,86	1,96	2,05	2,14	2,23	2,31	2,38	2,45	2,52	2,59	2,65	2,72	2,78	2,83	2,89	2,94	3,00	3,05	3,10	3,15	3,20	3,24	3,29
60	0,21	1,77	1,88	1,99	2,08	2,17	2,26	2,34	2,41	2,49	2,56	2,63	2,69	2,75	2,81	2,87	2,93	2,99	3,04	3,09	3,14	3,19	3,24	3,29	3,34
60,5	0,21	1,79	1,91	2,01	2,11	2,20	2,29	2,37	2,45	2,52	2,59	2,66	2,73	2,79	2,85	2,91	2,97	3,03	3,08	3,13	3,19	3,24	3,29	3,34	3,38
61	0,21	1,82	1,93	2,04	2,14	2,23	2,32	2,40	2,48	2,56	2,63	2,70	2,76	2,83	2,89	2,95	3,01	3,07	3,12	3,18	3,23	3,28	3,33	3,38	3,43
61,5	0,21	1,84	1,96	2,07	2,17	2,26	2,35	2,44	2,52	2,59	2,66	2,73	2,80	2,87	2,93	2,99	3,05	3,11	3,17	3,22	3,27	3,33	3,38	3,43	3,48
62	0,21	1,87	1,99	2,10	2,20	2,29	2,38	2,47	2,55	2,63	2,70	2,77	2,84	2,91	2,97	3,03	3,09	3,15	3,21	3,26	3,32	3,37	3,42	3,47	3,52
62,5	0,21	1,89	2,01	2,12	2,23	2,32	2,41	2,50	2,58	2,66	2,74	2,81	2,88	2,94	3,01	3,07	3,13	3,19	3,25	3,31	3,36	3,42	3,47	3,52	3,57
63	0,21	1,92	2,04	2,15	2,26	2,35	2,45	2,53	2,62	2,70	2,77	2,85	2,92	2,98	3,05	3,11	3,18	3,24	3,29	3,35	3,41	3,46	3,51	3,57	3,62
63,5	0,21	1,94	2,07	2,18	2,29	2,39	2,48	2,57	2,65	2,73	2,81	2,88	2,95	3,02	3,09	3,15	3,22	3,28	3,34	3,39	3,45	3,51	3,56	3,61	3,66
64	0,21	1,97	2,09	2,21	2,32	2,42	2,51	2,60	2,69	2,77	2,85	2,92	2,99	3,06	3,13	3,20	3,26	3,32	3,38	3,44	3,50	3,55	3,61	3,66	3,71
64,5	0,21	1,99	2,12	2,24	2,35	2,45	2,54	2,63	2,72	2,80	2,88	2,96	3,03	3,10	3,17	3,24	3,30	3,36	3,42	3,48	3,54	3,60	3,65	3,71	3,76
65	0,21	2,02	2,15	2,27	2,38	2,48	2,58	2,67	2,76	2,84	2,92	3,00	3,07	3,14	3,21	3,28	3,34	3,41	3,47	3,53	3,59	3,64	3,70	3,75	3,81
65,5	0,21	2,04	2,17	2,29	2,41	2,51	2,61	2,70	2,79	2,88	2,96	3,03	3,11	3,18	3,25	3,32	3,39	3,45	3,51	3,57	3,63	3,69	3,75	3,80	3,86
66	0,21	2,07	2,20	2,32	2,44	2,54	2,64	2,74	2,83	2,91	2,99	3,07	3,15	3,22	3,29	3,36	3,43	3,49	3,56	3,62	3,68	3,74	3,79	3,85	3,90
66,5	0,21	2,10	2,23	2,35	2,47	2,57	2,68	2,77	2,86	2,95	3,03	3,11	3,19	3,26	3,33	3,40	3,47	3,54	3,60	3,66	3,72	3,78	3,84	3,90	3,95
67	0,21	2,12	2,26	2,38	2,50	2,61	2,71	2,81	2,90	2,98	3,07	3,15	3,23	3,30	3,38	3,45	3,51	3,58	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,95	4,00
67,5	0,21	2,15	2,29	2,41	2,53	2,64	2,74	2,84	2,93	3,02	3,11	3,19	3,27	3,34	3,42	3,49	3,56	3,63	3,69	3,75	3,82	3,88	3,94	4,00	4,05
68	0,21	2,17	2,31	2,44	2,56	2,67	2,78	2,87	2,97	3,06	3,14	3,23	3,31	3,38	3,46	3,53	3,60	3,67	3,74	3,80	3,86	3,93	3,99	4,04	4,10
68,5	0,21	2,20	2,34	2,47	2,59	2,70	2,81	2,91	3,00	3,10	3,18	3,27	3,35	3,43	3,50	3,57	3,65	3,71	3,78	3,85	3,91	3,97	4,03	4,09	4,15
69	0,21	2,23	2,37	2,50	2,62	2,74	2,84	2,94	3,04	3,13	3,22	3,31	3,39	3,47	3,54	3,62	3,69	3,76	3,83	3,89	3,96	4,02	4,08	4,14	4,20
69,5	0,21	2,25	2,40	2,53	2,65	2,77	2,88	2,98	3,08	3,17	3,26	3,35	3,43	3,51	3,59	3,66	3,73	3,80	3,87	3,94	4,01	4,07	4,13	4,19	4,25
70	0,21	2,28	2,43	2,56	2,69	2,80	2,91	3,02	3,11	3,21	3,30	3,39	3,47	3,55	3,63	3,70	3,78	3,85	3,92	3,99	4,05	4,12	4,18	4,24	4,30
70,5	0,21	2,31	2,46	2,59	2,72	2,83	2,95	3,05	3,15	3,25	3,34	3,43	3,51	3,59	3,67	3,75	3,82	3,90	3,97	4,03	4,10	4,17	4,23	4,29	4,35
71	0,21	2,33	2,48	2,62	2,75	2,87	2,98	3,09	3,19	3,28	3,38	3,47	3,55	3,63	3,71	3,79	3,87	3,94	4,01	4,08	4,15	4,22	4,28	4,34	4,40
71,5	0,21	2,36	2,51	2,65	2,78	2,90	3,01	3,12	3,22	3,32	3,42	3,51	3,59	3,68	3,76	3,84	3,91	3,99	4,06	4,13	4,20	4,26	4,33	4,39	4,46
72	0,21	2,39	2,54	2,68	2,81	2,93	3,05	3,16	3,26	3,36	3,46	3,55	3,63	3,72	3,80	3,88	3,96	4,03	4,11	4,18	4,25	4,31	4,38	4,44	4,51

72,5	0,21	2,42	2,57	2,71	2,85	2,97	3,08	3,19	3,30	3,40	3,50	3,59	3,68	3,76	3,84	3,93	4,00	4,08	4,15	4,22	4,29	4,36	4,43	4,50	4,56
73	0,21	2,44	2,60	2,74	2,88	3,00	3,12	3,23	3,34	3,44	3,54	3,63	3,72	3,81	3,89	3,97	4,05	4,13	4,20	4,27	4,34	4,41	4,48	4,55	4,61
73,5	0,21	2,47	2,63	2,78	2,91	3,04	3,16	3,27	3,38	3,48	3,58	3,67	3,76	3,85	3,93	4,02	4,09	4,17	4,25	4,32	4,39	4,46	4,53	4,60	4,66
74	0,21	2,50	2,66	2,81	2,94	3,07	3,19	3,30	3,41	3,52	3,62	3,71	3,80	3,89	3,98	4,06	4,14	4,22	4,30	4,37	4,44	4,51	4,58	4,65	4,72
74,5	0,21	2,53	2,69	2,84	2,98	3,10	3,23	3,34	3,45	3,56	3,66	3,75	3,85	3,93	4,02	4,11	4,19	4,27	4,34	4,42	4,49	4,56	4,63	4,70	4,77
75	0,21	2,56	2,72	2,87	3,01	3,14	3,26	3,38	3,49	3,60	3,70	3,79	3,89	3,98	4,07	4,15	4,23	4,31	4,39	4,47	4,54	4,61	4,68	4,75	4,82
75,5	0,21	2,58	2,75	2,90	3,04	3,17	3,30	3,42	3,53	3,63	3,74	3,84	3,93	4,02	4,11	4,20	4,28	4,36	4,44	4,52	4,59	4,66	4,74	4,81	4,87
76	0,21	2,61	2,78	2,93	3,08	3,21	3,33	3,45	3,57	3,67	3,78	3,88	3,97	4,07	4,16	4,24	4,33	4,41	4,49	4,57	4,64	4,72	4,79	4,86	4,93
76,5	0,21	2,64	2,81	2,96	3,11	3,24	3,37	3,49	3,61	3,71	3,82	3,92	4,02	4,11	4,20	4,29	4,37	4,46	4,54	4,62	4,69	4,77	4,84	4,91	4,98
77	0,21	2,67	2,84	3,00	3,14	3,28	3,41	3,53	3,64	3,75	3,86	3,96	4,06	4,16	4,25	4,34	4,42	4,51	4,59	4,67	4,74	4,82	4,89	4,96	5,04
77,5	0,21	2,70	2,87	3,03	3,18	3,31	3,44	3,57	3,68	3,80	3,90	4,01	4,10	4,20	4,29	4,38	4,47	4,55	4,64	4,72	4,79	4,87	4,95	5,02	5,09
78	0,21	2,73	2,90	3,06	3,21	3,35	3,48	3,60	3,72	3,84	3,94	4,05	4,15	4,24	4,34	4,43	4,52	4,60	4,69	4,77	4,85	4,92	5,00	5,07	5,14
78,5	0,21	2,76	2,93	3,09	3,24	3,38	3,52	3,64	3,76	3,88	3,99	4,09	4,19	4,29	4,38	4,48	4,56	4,65	4,73	4,82	4,90	4,97	5,05	5,13	5,20
79	0,21	2,78	2,96	3,13	3,28	3,42	3,55	3,68	3,80	3,92	4,03	4,13	4,24	4,33	4,43	4,52	4,61	4,70	4,78	4,87	4,95	5,03	5,10	5,18	5,25
79,5	0,21	2,81	2,99	3,16	3,31	3,46	3,59	3,72	3,84	3,96	4,07	4,18	4,28	4,38	4,48	4,57	4,66	4,75	4,83	4,92	5,00	5,08	5,16	5,23	5,31
80	0,21	2,84	3,02	3,19	3,35	3,49	3,63	3,76	3,88	4,00	4,11	4,22	4,32	4,43	4,52	4,62	4,71	4,80	4,89	4,97	5,05	5,13	5,21	5,29	5,36

Anexo 8. Tablas de volumen para la masa.

g/ha / Hmed	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	2,63	2,91	3,16	3,41	3,64	3,86	4,07	4,27	4,46	4,65	4,83	5,00	5,17	5,34	5,50	5,66	5,82	5,97
1,5	4,12	4,55	4,96	5,34	5,70	6,04	6,37	6,69	6,99	7,28	7,56	7,84	8,11	8,37	8,62	8,87	9,11	9,35
2	5,66	6,26	6,82	7,34	7,84	8,31	8,76	9,19	9,61	10,01	10,40	10,78	11,15	11,51	11,86	12,20	12,54	12,86
2,5	7,25	8,02	8,73	9,41	10,04	10,64	11,22	11,77	12,31	12,82	13,32	13,81	14,28	14,74	15,19	15,63	16,05	16,47
3	8,87	9,81	10,69	11,51	12,29	13,03	13,73	14,41	15,06	15,69	16,31	16,90	17,48	18,04	18,59	19,12	19,65	20,16
3,5	10,52	11,64	12,68	13,65	14,58	15,45	16,29	17,09	17,87	18,62	19,34	20,05	20,73	21,40	22,05	22,68	23,31	23,91
4	12,20	13,50	14,70	15,83	16,90	17,92	18,89	19,82	20,72	21,59	22,43	23,24	24,04	24,81	25,57	26,30	27,02	27,73
4,5	13,90	15,38	16,75	18,04	19,26	20,41	21,52	22,58	23,61	24,60	25,55	26,48	27,39	28,27	29,13	29,97	30,79	31,59
5	15,63	17,29	18,83	20,27	21,64	22,94	24,18	25,38	26,53	27,64	28,72	29,76	30,78	31,77	32,74	33,68	34,60	35,51
5,5	17,37	19,21	20,92	22,53	24,05	25,50	26,88	28,20	29,48	30,72	31,92	33,08	34,21	35,31	36,38	37,43	38,46	39,46
6	19,12	21,16	23,04	24,81	26,48	28,08	29,60	31,06	32,47	33,83	35,15	36,43	37,67	38,88	40,06	41,22	42,35	43,45
6,5	20,90	23,12	25,18	27,11	28,94	30,68	32,34	33,94	35,48	36,97	38,41	39,80	41,16	42,49	43,78	45,04	46,28	47,48
7	22,68	25,10	27,33	29,43	31,42	33,30	35,11	36,84	38,52	40,13	41,69	43,21	44,69	46,12	47,53	48,90	50,24	51,55
7,5	24,49	27,09	29,50	31,77	33,91	35,95	37,90	39,77	41,57	43,32	45,00	46,64	48,24	49,79	51,30	52,78	54,23	55,64
8	26,30	29,10	31,69	34,13	36,43	38,62	40,71	42,72	44,66	46,53	48,34	50,10	51,81	53,48	55,10	56,69	58,25	59,77
8,5	28,13	31,12	33,89	36,50	38,96	41,30	43,54	45,69	47,76	49,76	51,70	53,58	55,41	57,19	58,93	60,63	62,29	63,92
9	29,97	33,15	36,11	38,88	41,50	44,00	46,38	48,67	50,88	53,01	55,08	57,08	59,03	60,93	62,79	64,60	66,37	68,10
9,5	31,82	35,20	38,34	41,28	44,07	46,71	49,25	51,68	54,02	56,29	58,48	60,61	62,68	64,70	66,66	68,58	70,46	72,30
10	33,68	37,26	40,58	43,70	46,64	49,45	52,13	54,70	57,18	59,58	61,90	64,15	66,34	68,48	70,56	72,60	74,58	76,53
10,5	35,55	39,33	42,84	46,12	49,23	52,19	55,02	57,74	60,36	62,89	65,34	67,72	70,03	72,28	74,48	76,63	78,73	80,78
11	37,43	41,41	45,10	48,56	51,84	54,95	57,93	60,79	63,55	66,21	68,79	71,30	73,73	76,11	78,42	80,68	82,89	85,06
11,5	39,32	43,50	47,38	51,02	54,46	57,73	60,86	63,86	66,76	69,56	72,27	74,90	77,46	79,95	82,38	84,75	87,08	89,35
12	41,22	45,60	49,67	53,48	57,08	60,52	63,80	66,95	69,98	72,92	75,76	78,52	81,20	83,81	86,36	88,85	91,28	93,66
12,5	43,13	47,71	51,96	55,95	59,73	63,32	66,75	70,05	73,22	76,29	79,26	82,15	84,95	87,69	90,35	92,96	95,50	98,00
13	45,04	49,83	54,27	58,44	62,38	66,13	69,71	73,16	76,47	79,68	82,78	85,80	88,73	91,58	94,37	97,09	99,75	102,3
13,5	46,97	51,96	56,59	60,93	65,04	68,95	72,69	76,28	79,74	83,08	86,32	89,46	92,52	95,49	98,40	101,2	104,0	106,7
14	48,90	54,09	58,92	63,44	67,72	71,79	75,68	79,42	83,02	86,50	89,87	93,14	96,32	99,42	102,4	105,3	108,2	111,1
14,5	50,84	56,24	61,25	65,95	70,40	74,63	78,68	82,57	86,31	89,93	93,43	96,83	100,1	103,3	106,5	109,5	112,5	115,5
15	52,78	58,39	63,60	68,48	73,10	77,49	81,69	85,73	89,61	93,37	97,01	100,5	103,9	107,3	110,5	113,7	116,8	119,9
15,5	54,73	60,55	65,95	71,01	75,80	80,36	84,71	88,90	92,93	96,82	100,6	104,2	107,8	111,2	114,6	117,9	121,2	124,3
16	56,69	62,72	68,31	73,56	78,52	83,23	87,75	92,08	96,26	100,2	104,2	107,9	111,6	115,2	118,7	122,2	125,5	128,8

16,5	58,66	64,89	70,68	76,11	81,24	86,12	90,79	95,27	99,59	103,7	107,8	111,7	115,5	119,2	122,9	126,4	129,9	133,2
17	60,63	67,08	73,06	78,67	83,97	89,02	93,84	98,48	102,9	107,2	111,4	115,4	119,4	123,2	127,0	130,6	134,2	137,7
17,5	62,61	69,27	75,44	81,23	86,71	91,92	96,91	101,6	106,3	110,7	115,0	119,2	123,3	127,3	131,1	134,9	138,6	142,2
18	64,60	71,46	77,83	83,81	89,46	94,84	99,98	104,9	109,6	114,2	118,7	123,0	127,2	131,3	135,3	139,2	143,0	146,7
18,5	66,59	73,66	80,23	86,39	92,22	97,76	103,0	108,1	113,0	117,7	122,3	126,8	131,1	135,3	139,5	143,5	147,4	151,3
19	68,58	75,87	82,64	88,98	94,98	100,6	106,1	111,3	116,4	121,3	126,0	130,6	135,1	139,4	143,6	147,8	151,8	155,8
19,5	70,59	78,09	85,05	91,58	97,76	103,6	109,2	114,6	119,8	124,8	129,7	134,4	139,0	143,5	147,8	152,1	156,3	160,4
20	72,60	80,31	87,47	94,19	100,5	106,5	112,3	117,9	123,2	128,4	133,4	138,2	143,0	147,6	152,0	156,4	160,7	164,9
20,5	74,61	82,54	89,90	96,80	103,3	109,5	115,4	121,1	126,6	131,9	137,1	142,1	146,9	151,7	156,3	160,8	165,2	169,5
21	76,63	84,77	92,33	99,42	106,1	112,5	118,6	124,4	130,1	135,5	140,8	145,9	150,9	155,8	160,5	165,1	169,6	174,1
21,5	78,65	87,01	94,77	102,0	108,9	115,4	121,7	127,7	133,5	139,1	144,5	149,8	154,9	159,9	164,7	169,5	174,1	178,7
22	80,68	89,26	97,21	104,6	111,7	118,4	124,8	131,0	136,9	142,7	148,2	153,6	158,9	164,0	169,0	173,9	178,6	183,3
22,5	82,72	91,51	99,66	107,3	114,5	121,4	128,0	134,3	140,4	146,3	152,0	157,5	162,9	168,1	173,2	178,2	183,1	187,9
23	84,75	93,76	102,1	109,9	117,3	124,4	131,1	137,6	143,9	149,9	155,7	161,4	166,9	172,3	177,5	182,6	187,6	192,5
23,5	86,80	96,02	104,5	112,6	120,2	127,4	134,3	140,9	147,3	153,5	159,5	165,3	170,9	176,4	181,8	187,0	192,2	197,2
24	88,85	98,29	107,0	115,2	123,0	130,4	137,5	144,3	150,8	157,1	163,2	169,2	175,0	180,6	186,1	191,5	196,7	201,8
24,5	90,90	100,5	109,5	117,9	125,8	133,4	140,6	147,6	154,3	160,8	167,0	173,1	179,0	184,8	190,4	195,9	201,3	206,5
25	92,96	102,8	112,0	120,6	128,7	136,4	143,8	150,9	157,8	164,4	170,8	177,0	183,1	189,0	194,7	200,3	205,8	211,2
25,5	95,02	105,1	114,4	123,2	131,5	139,5	147,0	154,3	161,3	168,0	174,6	181,0	187,1	193,2	199,0	204,8	210,4	215,9
26	97,09	107,4	116,9	125,9	134,4	142,5	150,2	157,6	164,8	171,7	178,4	184,9	191,2	197,4	203,4	209,2	215,0	220,6
26,5	99,16	109,7	119,4	128,6	137,3	145,5	153,4	161,0	168,3	175,4	182,2	188,8	195,3	201,6	207,7	213,7	219,5	225,3
27	101,2	111,9	121,9	131,3	140,2	148,6	156,6	164,4	171,8	179,0	186,0	192,8	199,4	205,8	212,0	218,2	224,1	230,0
27,5	103,3	114,2	124,4	134,0	143,0	151,6	159,9	167,8	175,4	182,7	189,8	196,7	203,5	210,0	216,4	222,6	228,7	234,7
28	105,3	116,6	126,9	136,7	145,9	154,7	163,1	171,1	178,9	186,4	193,7	200,7	207,6	214,2	220,8	227,1	233,4	239,4
28,5	107,4	118,9	129,5	139,4	148,8	157,8	166,3	174,5	182,4	190,1	197,5	204,7	211,7	218,5	225,1	231,6	238,0	244,2
29	109,5	121,2	132,0	142,1	151,7	160,8	169,5	177,9	186,0	193,8	201,3	208,7	215,8	222,7	229,5	236,1	242,6	248,9
29,5	111,6	123,5	134,5	144,8	154,6	163,9	172,8	181,3	189,5	197,5	205,2	212,7	219,9	227,0	233,9	240,7	247,2	253,7
30	113,7	125,8	137,0	147,6	157,5	167,0	176,0	184,7	193,1	201,2	209,0	216,7	224,1	231,3	238,3	245,2	251,9	258,5
30,5	115,8	128,1	139,6	150,3	160,4	170,1	179,3	188,2	196,7	204,9	212,9	220,7	228,2	235,5	242,7	249,7	256,6	263,3
31	117,98	130,5	142,1	153,0	163,3	173,2	182,6	191,6	200,3	208,7	216,8	224,7	232,4	239,8	247,1	254,2	261,2	268,0
31,5	120,0	132,8	144,6	155,8	166,3	176,3	185,8	195,0	203,8	212,4	220,7	228,7	236,5	244,1	251,5	258,8	265,9	272,8
32	122,2	135,1	147,2	158,5	169,2	179,4	189,1	198,4	207,4	216,1	224,5	232,7	240,7	248,4	256,0	263,4	270,6	277,6
32,5	124,3	137,5	149,7	161,2	172,1	182,5	192,4	201,9	211,0	219,9	228,4	236,8	244,8	252,7	260,4	267,9	275,3	282,4
33	126,4	139,8	152,3	164,0	175,1	185,6	195,7	205,3	214,6	223,6	232,3	240,8	249,0	257,0	264,9	272,5	280,0	287,3

33,5	128,5	142,2	154,9	166,8	178,0	188,7	198,9	208,8	218,2	227,4	236,2	244,8	253,2	261,4	269,3	277,1	284,7	292,1
34	130,6	144,5	157,4	169,5	181,0	191,8	202,2	212,2	221,8	231,1	240,2	248,9	257,4	265,7	273,8	281,7	289,4	296,9
34,5	132,8	146,9	160,0	172,3	183,9	195,0	205,5	215,7	225,5	234,9	244,1	253,0	261,6	270,0	278,2	286,2	294,1	301,8
35	134,9	149,3	162,6	175,1	186,9	198,1	208,8	219,2	229,1	238,7	248,0	257,0	265,8	274,4	282,7	290,8	298,8	306,6
35,5	137,0	151,6	165,1	177,8	189,8	201,2	212,1	222,6	232,7	242,5	251,9	261,1	270,0	278,7	287,2	295,5	303,6	311,5
36	139,2	154,0	167,7	180,6	192,8	204,4	215,5	226,1	236,4	246,3	255,9	265,2	274,2	283,1	291,7	300,12	308,34	316,39
36,5	141,3	156,4	170,3	183,4	195,8	207,5	218,8	229,6	240,0	250,1	259,8	269,3	278,5	287,4	296,2	304,74	313,09	321,26
37	143,5	158,7	172,9	186,2	198,7	210,7	222,1	233,1	243,6	253,9	263,7	273,3	282,7	291,8	300,7	309,37	317,84	326,14
37,5	145,6	161,1	175,5	189,0	201,7	213,8	225,4	236,6	247,3	257,7	267,7	277,4	286,9	296,2	305,2	314,00	322,61	331,03
38	147,8	163,5	178,1	191,8	204,7	217,0	228,8	240,1	250,9	261,5	271,7	281,5	291,2	300,5	309,7	318,65	327,38	335,92
38,5	149,9	165,9	180,7	194,6	207,7	220,2	232,1	243,6	254,6	265,3	275,6	285,7	295,4	304,9	314,2	323,29	332,15	340,82
39	152,1	168,3	183,3	197,4	210,7	223,3	235,4	247,1	258,3	269,1	279,6	289,8	299,7	309,3	318,7	327,95	336,94	345,73
39,5	154,3	170,7	185,9	200,2	213,7	226,5	238,8	250,6	261,9	272,9	283,6	293,9	303,9	313,7	323,2	332,61	341,73	350,65
40	156,4	173,1	188,5	203,0	216,7	229,7	242,1	254,1	265,6	276,8	287,5	298,0	308,2	318,1	327,8	337,28	346,52	355,57
40,5	158,6	175,5	191,1	205,8	219,7	232,9	245,5	257,6	269,3	280,6	291,5	302,1	312,5	322,5	332,3	341,95	351,32	360,50
41	160,8	177,9	193,7	208,6	222,7	236,1	248,9	261,2	273,0	284,4	295,5	306,3	316,7	326,9	336,9	346,64	356,13	365,43
41,5	162,9	180,3	196,3	211,4	225,7	239,3	252,2	264,7	276,7	288,3	299,5	310,4	321,0	331,4	341,4	351,32	360,95	370,37
42	165,1	182,7	199,0	214,2	228,7	242,4	255,6	268,2	280,4	292,1	303,5	314,6	325,3	335,8	346,0	356,02	365,77	375,32
42,5	167,3	185,1	201,6	217,1	231,7	245,6	259,0	271,8	284,1	296,0	307,5	318,7	329,6	340,2	350,6	360,71	370,60	380,27
43	169,5	187,5	204,2	219,9	234,7	248,9	262,3	275,3	287,8	299,9	311,5	322,9	333,9	344,7	355,1	365,42	375,43	385,23
43,5	171,7	189,9	206,9	222,7	237,8	252,1	265,7	278,9	291,5	303,7	315,6	327,0	338,2	349,1	359,7	370,13	380,27	390,20
44	173,9	192,3	209,5	225,6	240,8	255,3	269,1	282,4	295,2	307,6	319,6	331,2	342,5	353,5	364,3	374,85	385,12	395,17
44,5	176,1	194,8	212,1	228,4	243,8	258,5	272,5	286,0	298,9	311,5	323,6	335,4	346,8	358,0	368,9	379,57	389,97	400,15
45	178,2	197,2	214,8	231,3	246,9	261,7	275,9	289,5	302,7	315,3	327,6	339,6	351,2	362,5	373,5	384,30	394,83	405,13
45,5	180,4	199,6	217,4	234,1	249,9	264,9	279,3	293,1	306,4	319,2	331,7	343,7	355,5	366,9	378,1	389,03	399,69	410,13
46	182,6	202,1	220,1	237,0	253,0	268,2	282,7	296,7	310,1	323,1	335,7	347,9	359,8	371,4	382,7	393,77	404,56	415,12
46,5	184,8	204,54	222,77	239,88	256,05	271,44	286,16	300,29	313,91	327,06	339,81	352,17	364,20	375,92	387,35	398,52	409,44	420,12
47	187,0	206,98	225,43	242,74	259,10	274,68	289,57	303,87	317,65	330,96	343,86	356,37	368,55	380,40	391,97	403,27	414,32	425,13
47,5	189,3	209,42	228,09	245,60	262,16	277,92	292,99	307,45	321,39	334,86	347,91	360,58	372,89	384,89	396,59	408,02	419,20	430,15
48	191,5	211,86	230,75	248,46	265,22	281,16	296,40	311,04	325,15	338,77	351,97	364,78	377,24	389,38	401,22	412,78	424,09	435,17
48,5	193,7	214,31	233,41	251,33	268,28	284,41	299,83	314,63	328,90	342,68	356,04	369,00	381,60	393,88	405,85	417,55	428,99	440,19
49	195,9	216,76	236,08	254,21	271,35	287,66	303,25	318,23	332,66	346,60	360,11	373,21	385,96	398,38	410,49	422,32	433,89	445,22
49,5	198,1	219,21	238,75	257,08	274,42	290,91	306,68	321,83	336,42	350,52	364,18	377,44	390,33	402,89	415,14	427,10	438,80	450,26
50	200,3	221,66	241,42	259,96	277,49	294,17	310,12	325,43	340,19	354,45	368,26	381,66	394,70	407,40	419,78	431,88	443,72	455,30

